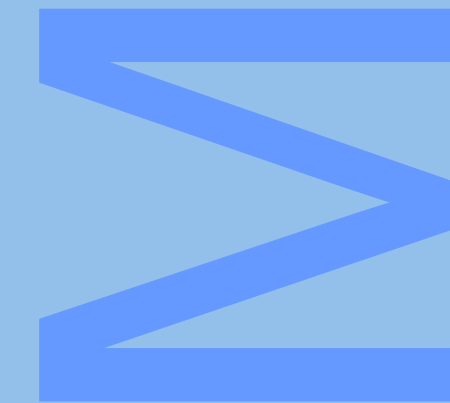


# ATLAS de Otólitos de Peixes do Rio Minho

Thiago Pinheiro Nunes  
2012



# ATLAS de Otólitos de Peixes do Rio Minho

Thiago Pinheiro Nunes

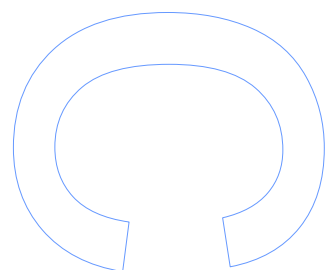
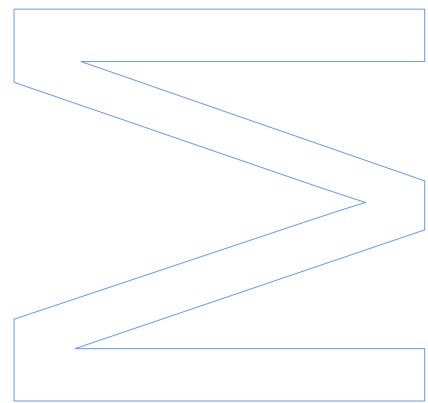
Mestrado Ecologia, Ambiente e Território

Biologia

2012

**Orientador**

Prof. Doutor José Carlos Fernandes Antunes, CIIMAR-Porto.

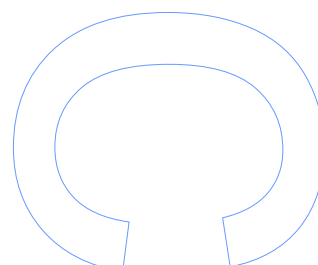
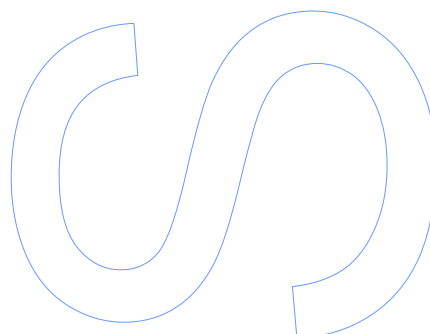
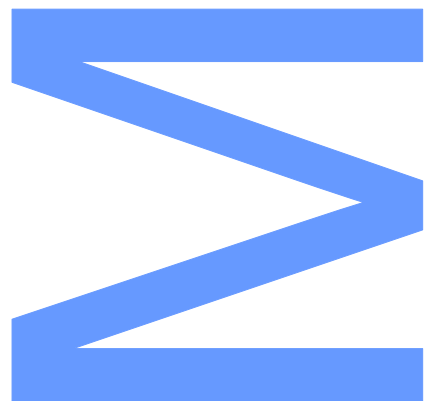




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



# ATLAS de Otólitos de Peixes do Rio Minho

**Thiago Pinheiro Nunes**

Ecologia, Ambiente e Território

Biologia

**Orientador: Prof. Doutor José Carlos Fernandes Antunes**

CIIMAR - Porto

Porto

2012



## Agradecimentos

Agradeço à minha família que de longe ou perto motiva-me em todos os passos profissionais, nomeadamente meus pais José Américo Nunes e Aparecida Pinheiro Nunes, meus irmãos Rogério, Alexandre e Cíntia, minha mulher Inga Tuneew e filha Iara Sita. Agradeço ao Dr. José Carlos Antunes, por todas as orientações e conselhos prestados durante este trabalho. Agradeço a toda equipe efetiva ou temporária do Aquamuseu: Mário Jorge, Catarina Braga, Patrício Bouça, Micaela Mota, Diogo Novais, Mestre Eduardo, Dona Cidália, Ana Araújo, Tânia Rodrigues, Claudia Ferreira, todos estes, pelos apoios, ajudas e o dia a dia sempre saudável que tive em companhia dos mesmos. Agradeço aos colegas Rodrigo Lopez e Ester Dias, pelos trabalhos de realização de mapas e cedência de material colhido em trabalhos anteriores, respectivamente.



... Por instantes a biologia disfarça em cristal...

...O núcleo é como um íman que conjuga para se desfazer no tempo...

## RESUMO

O Rio Minho é um dinâmico ecossistema limnológico nascido na Galiza, com parte do percurso a margear Portugal no troço designado internacional e que inclui o estuário e a foz no Oceano Atlântico. Abriga cerca de 51 espécies de peixes distribuídas entre zonas puramente de água doce a salgada.

Este trabalho ictiológico consiste na exposição dos perfis dos otólitos *sagittae* de 42 espécies de peixes presentes no Rio Minho.

A informação das espécies e dos otólitos correspondentes encontram-se dispostos num Atlas ilustrativo referencial à associação de um ou mais exemplares de indivíduos distintos e as imagens fotográficas dos seus otólitos direito "intáctos" com as características biométricas e morfométricas que os definem.

O trabalho expõe também cruzamentos de dados da relação "biomorfométrica", isto é, dados métricos de indivíduos e dados métricos dos seus otólitos, com o fim de relacionar a tendência do desenvolvimento (morfologia) da peça biomineral auditiva (otólito) no ciclo de vida animal (crescimento).

A intenção do trabalho - além de ser um guia informativo direto sobre as características morfológicas dos otólitos versus espécies – é de também ser um básico mas fundamental guia referente à morfologia do otólito "integral" de peixes, com definições de terminologias poligonais aplicáveis, que poderá ser utilizado no auxílio de atuais ou posteriores investigações biológicas envolvendo temas da ecologia trófica tais como dieta alimentar de seres predadores residentes ou migradores com hábitos ictiófagos.

**Palavras-chave:** Atlas, biomorfometria, ecologia trófica, otólitos, rio Minho, teleósteos.

## **ABSTRACT**

The Minho River is a dynamic freshwater ecosystem born in Galicia and with a large part of its trajectory following along a margin in Portugal, the passage is designated international and includes the estuary and mouth in the Atlantic Ocean. It houses about 51 species of fish distributed between purely freshwater zones and brackish water.

This ichthyological research consists in the exposure of the profiles of otoliths sagittas from 42 fish species which occur in Minho River.

The information of the species and the corresponding otoliths can be found in the illustrative atlas referencing the association of one or more of different individuals and the photographic images of their “intact” right otoliths with the biometric and morphometric characteristics that define them.

This work also includes intersection of the data of the "bio-morphometric" relation i.e., metric data of the individual with the metric data of its otoliths, in order to demonstrate the developmental tendency (morphology) of the auditory biomineral part (otolith) in the animal lifecycle (growth).

The intention of this work - besides being a direct informative guide about morphologies and species – is to be a basic but fundamental guide on the morphology of the “intact” fish otolith, with definitions of applicable polygonal terminology, which may be used in aid of current or subsequent biological investigations involving trophic ecology issues such as the diet of resident or migratory predators with Ichthyophagi habits.

**Keywords:** Atlas, biomorphometrics, trophic ecology, otolith, Minho river, Teleostei

# ÍNDICE

1. Introdução .....	1
1.1. Otólitos .....	1
1.2. O <i>sagitta</i> (em latim: seta) .....	2
1.3. Sistema Sensorial .....	3
1.4. Estudos de Otólitos .....	5
1.5. Caracterização da área de estudo.....	6
1.6. Objetivos.....	7
2. Material e métodos.....	8
2.1. Preparativos e planos de ação .....	8
2.2. Trabalho laboratorial .....	10
3. Resultados .....	17
3.1. Relação do comprimento do peixe vs comprimento do otólito (“Bio morfometria”) .....	19
3.2. ATLAS de otólitos de peixes do Rio Minho .....	28
4. Discussão.....	108
5. Considerações finais .....	113
5.1. Explanação .....	113
5.2 Perícia da extração .....	113
5.3 Análise diferencial sobre comparação de otólitos do mesmo gênero .....	114
5.3.1 Caso Caboz .....	115
5.4 Respostas gerais e curiosidades do trabalho.....	116
5.5 Interrogações sobre estudos de otólitos e a complexa relação entre predadores ictiófagos e presas em ecossistemas limnológicos. ....	117
6.Referências bibliográficas .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Canal semi circular, labirinto, ouvido interno.....	1
Fig. 2 – Desenho medial, face internal de um típico otólito <i>sagitta</i> direito.....	2
Fig. 3 - Desenho exagerado de otólitos <i>sagittae</i> côncavos.....	3
Fig. 4 – Neuromasto e seu funcionamento .....	4
Fig. 5 – Neuromastos encontrados tanto na linha lateral como proximal aos otólitos.....	4
Fig. 6 - Estudos ecológicos de otólitos.....	5
Fig. 7 – Rio Minho Internacional. ....	7
Fig. 8 – Tratamento da cabeça.....	12
Fig. 9 - Visão sobre a parte inferior do crânio fechado.....	13
Fig. 10- Caixa craniana aberta com auxílio de bisturi e alavanca com os dedos. .	14
Fig. 11- Indicação dos otólitos <i>sagitta</i> integrais em seus <i>sacullus</i> após abertura do crânio de um <i>Salmo salar</i> (salmão).....	15
Fig. 12 - Parte da coleção material dos otóltios direito e esquerdo acondicionados. Colunas por espécie .....	16
Fig. 13 - Lupa acoplada ao computador para captação da imagem ampliada do otólito.....	17
Fig. 14 – Gráfico quantitativo de famílias de peixes e terminologias dos perfis de <i>sagittae</i> .....	19
Fig. 15 – Gráfico quantitativo do número de espécies e terminologias dos perfis de <i>sagittae</i> .....	19
Fig. 16 - Correlação entre comprimentos de 8 indivíduos de Achigã e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência linear.....	20
Fig. 17 - Correlação entre comprimentos de 6 indivíduos de Enguia e os comprimentos dos otólito direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ....	21
Fig. 18 - Correlação entre comprimentos de 6 indivíduos de Linguado e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. .	21
Fig. 19 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Mugem e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência linear.....	22
Fig. 20 - Correlação entre comprimentos de 6 indivíduos de Pinta Amarela e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. .	22
Fig. 21 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Peixe Aranha e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. .	23

Fig. 22 - Correlação entre comprimentos de 7 indivíduos de Peixe Rei e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência linear.....	23
Fig. 23 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Robalo e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ..	24
Fig. 24 - Correlação entre comprimentos de 9 indivíduos de Sável e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ..	24
Fig. 25 - Correlação entre comprimentos de 7 indivíduos de Solha e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ..	25
Fig. 26 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Truta Fário e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ..	25
Fig. 27 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Boga e os comprimentos dos otólitos <i>Asteriscus</i> direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ....	26
Fig. 28 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Carpa e os comprimentos dos otólitos <i>Asteriscus</i> direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial. ....	26
Fig. 29 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Ruivaco e os comprimentos dos otólitos <i>asteriscus</i> direitos correspondentes. Reta de tendência potencial .....	27
Fig. 30 - Mapa do Rio Minho .....	31
Fig. 31 – Exemplo 1. Imagem central: otólito de solha corroído. Fotos dos extremos: otólitos trabalhados. Semelhança do perfil. ....	111
Fig. 32 - Exemplo 1. Gráfico indicativo do estimado tamanho do peixe referente ao tamanho do otólito cedido. ....	112
Fig. 33 – Exemplo 2. Imagem central: otólito de enguia corroído. Fotos dos extremos: otólitos trabalhados. Semelhança do perfil. ....	112
Fig. 34 - Exemplo 2. Gráfico indicativo do estimado tamanho do peixe referente ao tamanho do otólito de enguia cedido. ....	113
Fig. 35- ESQUEMA: Cabozes identificados através de análises visuais da face dorsal dos otólitos.....	116

# 1.Introdução

## 1.1. Otólitos

Os otólitos são estruturas biominerais compostas por aglomeração de aragonite, isto é, carbonato de cálcio cristalizado (Mann *et al*, 1989) depositado gradativa e periodicamente sobre uma matriz proteica desde a fase embrionária e durante todo o desenvolvimento de vida dos peixes ósseos (Degens *et al.*,1969). Entre outras definições os otólitos são designados como sendo corpos cristalinos complexos e peças anatomicas densas. (Carlström, 1963; Gauldie, 1988).

Existem três pares de otólitos distintos em tamanho e em forma, na grande maioria das vezes denominados do maior para o menor como: **(i) sagitta**, **(ii) lapillus** e **(iii) asteriscus** (Jenkins, 1979a,b; Popper, 1983; Nolf, 1985).

Os pares de otólitos encontram-se no interior de compartimentos (*maculae*) e final do canal semi circular, submersos por endolinfa. O labirinto ou ouvido interno, como também é conhecido, está diretamente associado à caixa craniana dos teleósteos (peixes ósseos) dispostos paralelamente abaixo do cérebro. (Grassé, 1958; Lowenstein, 1971; Maisey, 1987; Rojo, 1988).

Cada otólito está envolto por uma membrana otolítica específica denominada respectivamente: **(i) vestíbulo sacular**, onde se encontra o *sagitta*; **(ii) vestíbulo utricular**, onde se encontra o *lapillus*; e **(iii) vestíbulo lagenar**, onde se encontra o *asteriscus* (Secor *et al.*, 1991; Assis, 2004) (Fig.1).

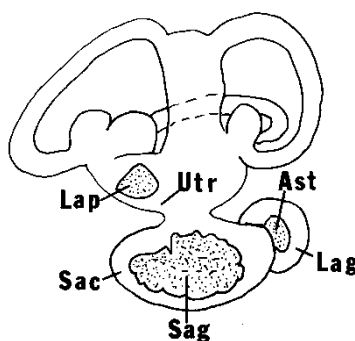


Fig. 1 - Canal semi circular, labirinto, ouvido interno. Posicionamento dos otólitos na *maculae*. Lap=*Lapillus*; Utr=*Utriculus*; Ast=*Asteriscus*; Lag=*Lagena*; Sag=*Sagitta*; Sac=*Saculus*. Adaptado de Secor *et al* (1991).

As funções dos otólitos estão intimamente ligadas à orientação corporal apurada e ao equilíbrio simultâneo aos efeitos de oscilação do meio ambiente aquático, principalmente a captação e tradução de ondas sonoras necessárias para reações da aceleração corpórea frente aos constantes e rotineiros movimentos do animal na

coluna de água (Grassé, 1958; Carlström, 1963; Gauldie, 1988; Popper & Platt, 1993; Secor, *et al.*, 1991).

## 1.2. O *sagitta* (em latim: seta)

A primeira tendência para se caracterizar os *sagittae* é dizer que, geralmente, estes se destacam em relação aos outros otólitos no ouvido interno por apresentarem formatos e perfis diferenciados consoante a espécie, bem como ligeiras – significativas ou não – variantes morfológicas entre indivíduos distintos da mesma espécie (Gaemers, 1984; Caillet *et al.*, 1986). Estas características diversificadas da morfologia dos *sagittae* pode ser confirmada principalmente de forma visual aquando observações de imagens expostas neste Atlas e através da morfometria.

Existem numerosos componentes estruturais mais ou menos pronunciadas tais como: prolongamentos, encurvamentos, relevos, reentrâncias e cavidades extensivas que podem ser associadas a zonas ou regiões do otólito (Assis, 2004).

Para melhor definir estas particularidades, são utilizados termos tais como: *rostrum*, *antirostrum*, *posrostrum*, *sulcus*, entre outras, e referências de posicionamento e orientação como: face interna, face externa, porção anterior, porção posterior, face dorsal, face ventral, etc. (Koken, 1884). (Fig. 2).

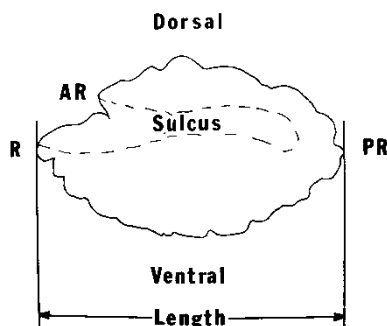


Fig. 2 – Desenho medial, face interna de um típico otólito *sagitta* direito. R=Rostrum; AR=Antirostrum; PR=Pós-rostrum. Adaptado de Secor, *et al* (1991)

O *rostrum* (em latim: bico) é sempre direcionado para a parte anterior do animal enquanto o *posrostrum* é visto na extremidade oposta da peça, direcionado para a cauda (posterior do animal). O *antirostrum* é o prolongamento secundário, logo atrás do *rostrum*, e juntos podem indicar o final da abertura marginal do *sulcus*. O *sulcus* é sempre interno, logo abaixo e atrás do cérebro e paralelo ao *sulcus* do otólito par, enquanto a face externa do otólito é geralmente lisa.



Muitos *sagittae* são arqueados, assumindo uma concavidade (Fig. 3). O posicionamento do *rostrum* em relação ao *antirostrum* é variado, pois pode ser mais pronunciado (evidente), indiferenciado ou equiparado.

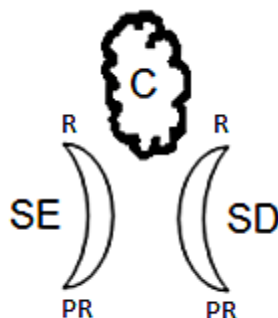


Fig. 3 - Desenho exagerado de otólitos *sagittae* côncavos. C=Cérebro; SE=*Sagitta* esquerdo; SD=*Sagitta* direito; R=*Rostrum*; PR=*Posrostrum*

### 1.3. Sistema Sensorial

De acordo com o comportamento dos peixes no seu ambiente natural (o meio aquático), suas capacidades de percepção, tradução, ação e reação são conjugadas. Isto quer dizer que alguns órgãos sensoriais – como os que compõem a audição interna / otólitos / – em conjunto com a rede de canais nervosos de células especializadas do sistema nervoso, funcionam associados, justamente para executar mecanismos vitais do animal no meio ambiente.

A linha lateral – um sequenciado e extensivo conjunto de células epidérmicas superficiais com ligação interna, denominadas neuromastos<sup>1</sup> – é especializada na captação de sensibilidades nas moléculas da água e transmissão (impulsão informativo na rede nervosa) até ao sistema nervoso central. Este é um exemplo de órgão sensorial disperso e funcional como um “fio condutor” responsável pela captação de vibrações (propagação de ondas) ocorridas no meio externo para auxiliar a orientação do animal (Bone *et al.*, 1995).

Os neuromastos que também compõem a linha lateral superficial, distribuem-se internamente na rede de canais nervosos e aglomeram-se no sentido da cabeça, inclusive no canal semi-circular do ouvido interno ou labirinto. Estas células possuem pequenos cílios paralelos (*stereocilia*) e um destacado *kinocilium* filamentoso (Fig. 4).

<sup>1</sup> Células ciliadas dotadas de estruturas sensíveis aptas a captação, transporte e tradução entre meio externo e interno. Está disposta em todo circuito sensorial do peixe desde a linha lateral, canais ósseos craniano, inclusive o semi circular ouvido interno, onde se situam os otólitos.

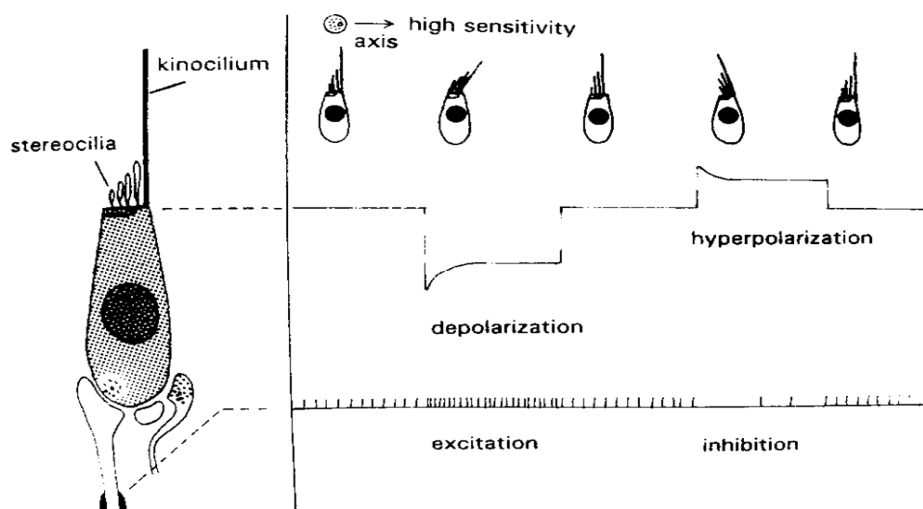


Fig. 4 – Neuromasto e seu funcionamento (Adaptado de Bone *et al* (1991)).

Estas estruturas ciliadas são sensíveis a percepção de despolarização, hiperpolarização, frequências e pressões do meio ambiente aquático. Os neuromastos são informantes das reações de excitação ou inibição aplicados aos mecanismos de resposta e movimentos dos peixes. (Bone *et al.*, 1995)

Neste caso, a linha lateral está associada ao ouvido interno, por mais que seja vista como um “superficial” conjunto linear de células sensitivas pois existem ligações dos neuromastos aos otólitos, uma vez que este mesmo tipo de células atuantes como informadoras de movimentos externos estão intimamente dispostas sobre o *sulcus* – quando em nódulos enraizados que assentam na cavidade extensiva – e proximal ao órgão e densa peça biomineral a compor a endolinfa. (Figura. 5)

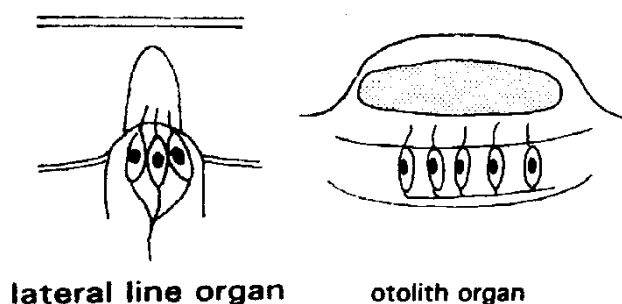


Fig. 5 – Neuromastos encontrados tanto na linha lateral como proximal aos otólitos. (Adaptado de Bone *et al* (1995))

## 1.4. Estudos de Otólitos

Muitos estudiosos ressaltam a importância de investigação e aplicabilidade de análises biológicas, biofísicas e bioquímicas desta densa peça sensorial craniana na ictiologia actual, a ponto de caracterizar, classificar e determinar sistemáticas, indivíduos, espécies, populações, ecologia alimentar, dieta predatória, idade, crescimento, etc. (Assis, 2004)

No decorrer do período do tempo de crescimento da biomassa animal, ocorrida pela obtenção de alimento e consequente metabolismo e síntese de aminoácidos (Simkiss, 1974) os otólitos também se expandem no ouvido interno com a dinâmica sobreposição dos elementos minerais que os compõem (aragonite / carbonato de cálcio) (Cordier & Dalcq, 1954; Pannella, 1971; Dunkelberguer *et al*, 1980).

De acordo com a capacidade de registrar acontecimentos externos, justamente no decorrer da deposição periódica e gradativa de elementos que compõem os otólitos, é possível associar suas especificidades morfológicas e composições químicas às próprias variações temporais e elementais ocorridas no meio ambiente e sobre os animais. (Cavallaro *et al.*, 1978).

Há dois exemplos potenciais de “registro agregado automático” (RAA)” que os otólitos possuem e que poderão ser vistos na figura 6 seguindo a linha de raciocínio do princípio do fluxo de energia assimilada, das cadeias tróficas.

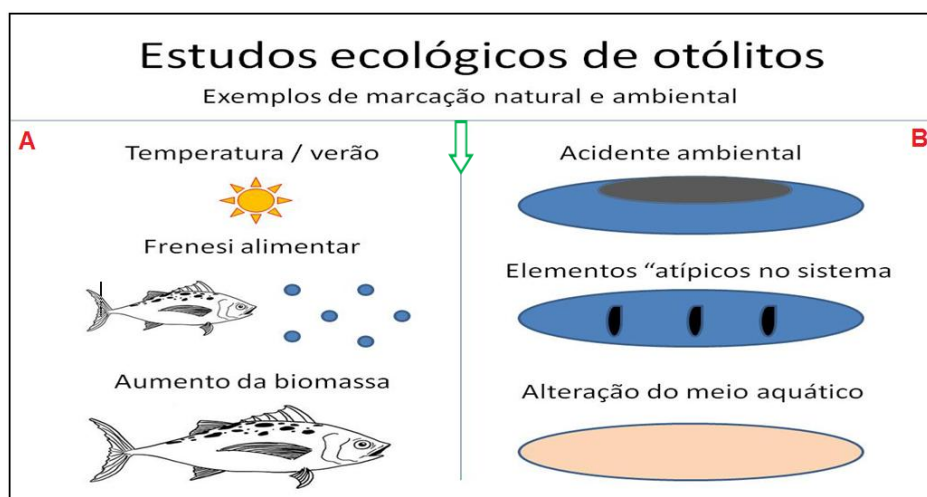


Fig. 6 - Estudos ecológicos de otólitos. A) Aumento da temperatura. Tende aumentar o efetivo de presas dos peixes carnívoros que por sua vez aumentam seu peso, comprimento e estruturas internas. Registro da fase de crescimento nos anéis de crescimento do otólito (verão/inverno). B) Através de análises químicas sobre os otólitos do predador pode-se encontrar indícios de elementos químicos contaminantes, inevitavelmente agregados às estruturas corporais do animal por fluxo de energia, provindo de presas consumidas contaminadas.

Além do simplificado esquema indicativo de acontecimentos diretos e indiretos sobre as relações otólitos e meio ambiente como estudos de marcador de crescimento e indicador da qualidade ambiental, ainda é expansiva a aplicação dos estudos sobre otólitos em outras áreas científicas, como a paleontologia, arqueologia e zoogeografia (Nolf, 1985; Assis, 2004).

### 1.5. Caracterização da área de estudo

O Rio Minho nasce na Serra do Meira, Galiza tendo uma extensão de cerca de 300 km. Grande parte do seu percurso é em território espanhol, porém na zona internacional (70km) serve de fronteira administrativa entre Portugal e Espanha, desaguando no Oceano Atlântico. A totalidade dos seus 40 km de estuário encontra-se na zona internacional, com a principal característica que o define, ser a mistura de água salgada e doce, sendo um adequado berçário natural para diversas espécies possuindo elevada biodiversidade. O Rio Minho com destaque para a zona do estuário compõe um ecossistema aquático com alta gama de espécies invertebradas, e vertebrados como peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos semi aquáticos (INAG, 2012).

É sabido que o Rio Minho é um ecossistema considerado pouco impactado, com alta biodiversidade, águas pouco poluídas e margens ainda semi-originais. Contudo esbarra na real problemática de alteração antrópica do seu fluxo natural, devido à existência de barragens hidro elétricas, que afetam diretamente espécies de peixes migradores entre oceano e rio e vice-versa, como o sável (*Alosa alosa*), truta marisca (*Salmo trutta trutta*), salmão (*Salmo salar*), entre outros.

As muitas características hidrográficas do Rio Minho “total” – da nascente à foz – respondem diretamente à dispersão, aglomeração (cardume), incidência, reprodução e hábitos alimentares das espécies consoante sua ecologia natural e adaptativa. Por isso adotou-se uma divisão em 4 áreas (figura 7) para situar a maior incidência das espécies encontradas neste ecossistema.

A ictiofauna do Rio Minho é tema chave deste trabalho. Sabe-se por inventário já realizado por Antunes & Rodrigues (2004) a existência de cerca de 51 espécies. Os nomes comuns e científicos das espécies encontradas e trabalhadas poderão ser visualizados na tabela 1 no capítulo materiais e métodos.

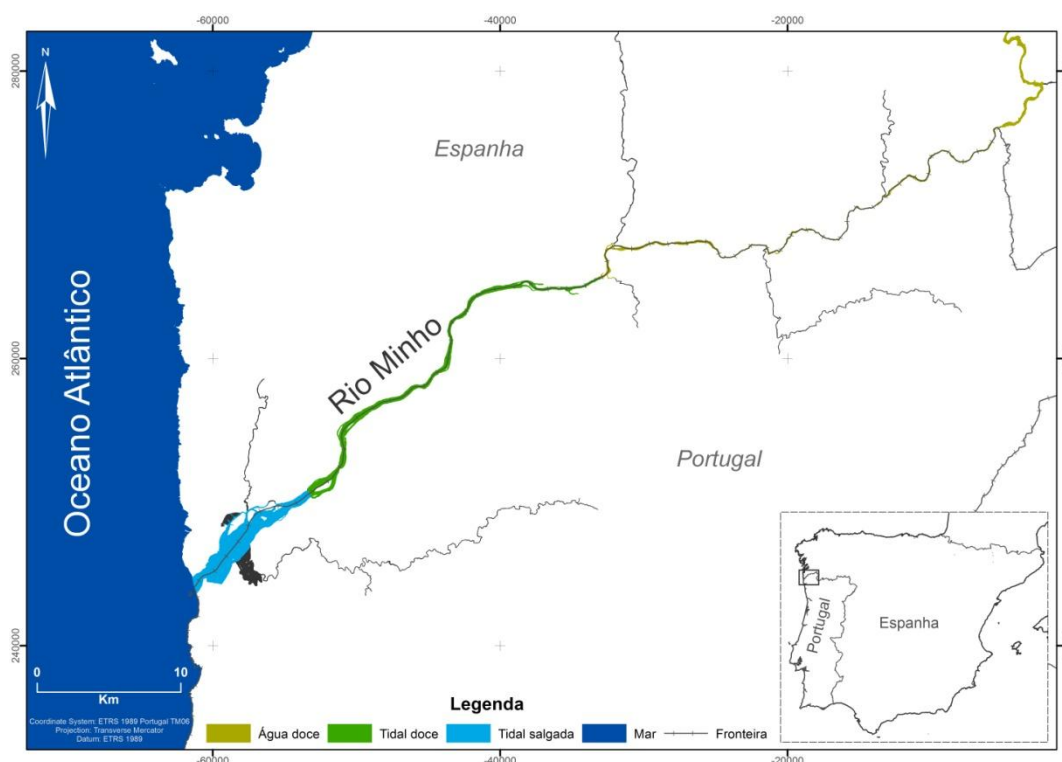


Fig. 7 – Rio Minho Internacional.

## 1.6. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi o de elaborar um documento ilustrado e descritivo (ATLAS) dos otólitos de peixes do Rio Minho, documento este que visa auxiliar trabalhos de investigação principalmente na área da ecologia trófica, envolvendo grupos faunísticos cujos indivíduos se alimentam preferencialmente de peixe, caso do corvo marinho e lontra, entre outros.

Pretendeu-se contribuir para a criação de uma base de dados material e descritiva relativa a otólitos de peixes presentes no Rio Minho, além de um banco de dados digital (fotográfico) com intuito de disponibilizar neste Atlas imagens de características morfológicas destas estruturas.

Através da medida antero-posterior dos otólitos (morfometria), comparadas às medições dos comprimentos dos peixes correspondentes (biometria), pretendeu-se mostrar o padrão de crescimento biométrico simultâneo ao crescimento morfométrico onde pode-se referenciar no tempo atual indicações mais precisas sobre as espécies e uma pequeníssima amostra do desenvolvimento dos indivíduos que compõem as populações da espécie.

**Quadro de objetivos**

- Elaboração de um Atlas ilustrativo dos otólitos correspondente a 42 espécies de peixes encontrados no Rio Minho.
  - Servir como guia ilustrativo referente à peça sensorial intacta.
  - Servir como guia comparativo e auxiliar a trabalhos de ecologia trófica (peça corroída em dieta de ictiófagos)
  - Aplicar terminologias aos perfis medial dos otólitos
- Relações gráficas entre biometria e morfometria
- Criação de um acervo material real dos otólitos *sagitta* e acervo digital dos mesmos.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Preparativos e planos de ação

Dada a relativa abundância e frequência da distribuição ictiofaunística existente no Rio Minho, seguiu-se como referência o “*Guia Natural do Rio Minho – Os Peixes*”, elaborado por Antunes & Rodrigues (2004), sendo que foram manuseados 38 espécies das 48 descritas e mais 3 espécies descritas por Cambell (1985).

Os indivíduos das espécies trabalhadas foram em geral capturados no Rio Minho Internacional.

Foi determinado trabalhar com o máximo possível de espécies representadas com o máximo possível de efetivos de tamanhos distintos.

Para as espécies que apresentaram mais de 5 indivíduos foi analisada a relação entre o comprimento total do peixe com o comprimento antero-posterior do otólito.

No entanto, para as espécies com menos de 5 exemplares, pretendeu-se utilizar todas as informações visuais, métricas, descritivas e de densidade inclusive, mas não foi conveniente elaborar gráficos da relação “bio morfométrica”, pelo número reduzido de dados.

Embora o *sagitta* tenha sido o otólito mais utilizado na análise, verificou-se que para um conjunto de espécies representava uma estrutura extremamente frágil, que dificilmente seria a estrutura visível a passível de identificação após processo digestivo. Nestes casos optou-se pela análise do *asteriscus*.

Foi definido um código de três letras para o nome vulgar de cada espécie trabalhada, seguido de numeração correspondente ao indivíduo e à diferenciação dos otólitos em esquerdo e direito, a fim de simplificar o tratamento de dados correspondentes. Por exemplo: Otólito esquerdo de uma primeira truta fário recebeu o código T.FA1E; otólito direito de uma segunda truta fário = T.FA2D. Seguem-se outros exemplos de códigos: carpa=CAR; enguia=ENG; solha=SOL; e assim por diante.

A tabela 1 apresenta o nome vulgar e científico de 42 espécies de peixes trabalhadas.

Tabela 1. Lista de nome vulgar, procedido de nome científico e código de simplificação dos peixes catalogados por Antunes & Rodrigues (2004) e Cambell (1985) (\*).

	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	Código
1	Achigã	<i>Micropterus salmoides</i>	ACH
2	Barbo	<i>Barbus bocagei</i>	BAR
3	Boga	<i>Pseudochondrostoma duriensis</i>	BOG
4	Caboz	<i>Pomatoschistus microps</i>	CAB
5	Caboz	<i>Pomatoschistus pictus</i>	CAZ
6	Caboz de areia	<i>Pomatoschistus minutus</i>	CB.A
7	Carapau	<i>Trachurus trachurus</i>	CPU
8	Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	CAR
9	*Cavala	<i>Scomber japonicus</i>	CAV
10	Enguia	<i>Anguilla anguilla</i>	ENG
11	Escalo	<i>Squalius carolitertii</i>	ESC
12	Esgana gata	<i>Gasterosteus gymnuris</i>	ESG
13	*Galeota maior	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	G.MA
14	Galeota menor	<i>Ammodytes tobianus</i>	GA.M
15	Góbio	<i>Gobio lozanoi</i>	GOB
16	Linguado	<i>Solea solea</i>	LIN
17	Marinha comum	<i>Syngnathus acus</i>	M.CO
18	Mugem	<i>Liza ramada</i>	MUG
19	Negrão	<i>Chelon labrosus</i>	NEG
20	Peixe agulha	<i>Belone belone</i>	P.AG
21	Peixe aranha	<i>Echiichthys vipera</i>	P.AR
22	Peixe lira	<i>Callionymus lyra</i>	P.LI
23	Peixe mosquito	<i>Gambusia affinis</i>	P.MO
24	Peixe rei / Morca	<i>Atherina boyeri</i>	P.RE
25	Pimpão	<i>Carassius auratus</i>	PIM
26	Pinta amarela	<i>Liza aurata</i>	P.AM
27	Robalo	<i>Dicentrarchus labrax</i>	ROB
28	Ruivaco	<i>Achondrostoma arcasii</i>	RUI
29	Ruivo	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	RUV
30	Salmão	<i>Salmo salar</i>	SAL
31	Sardinha	<i>Sardina plichardus</i>	SAR

32	Sargo	<i>Diplodus sargus</i>	SAG
33	Sável	<i>Alosa alosa</i>	SAV
34	Savelha	<i>Alosa fallax</i>	SVE
35	*Serrano	<i>Serranus cabrilla</i>	SER
36	Solha	<i>Platichthys flesus</i>	SOL
37	Tainha	<i>Mugil cephalus</i>	TAI
38	Tenca	<i>Tinca tinca</i>	TEN
39	Truta arco-Íris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	T.AR
40	Truta fário	<i>Salmo trutta fario</i>	T.FA
41	Truta marisca	<i>Salmo trutta trutta</i>	T.MA
42	Verdemã	<i>Cobitis palúdica</i>	VER

Foram elaboradas folhas de registros biométricos do peixe (peso, comprimento total e furcal) e registros morfométricos do otólito (peso, medidas de comprimento antero-posterior e largura dorso-ventral), colhidos em laboratório.

É importante realçar que apesar de terem sido colhidos dados dos otólito direito e esquerdo, só serão apresentados nos resultados deste trabalho, informações referentes aos otólitos direitos com destaque para o seu perfil latero-medial, face interna e externa, peso, comprimento, largura e fotografia ampliada. Isto, pelo fato de simplificar a complexidade que seria apresentar dados minimamente distintos entre otólito esquerdo e direito, mas, nem por isso insignificativos.

## 2.2. Trabalho laboratorial

O manuseio dos peixes foi o primeiro passo para iniciar a obtenção de dados a começar pela notável diferenciação visual de espécies por dimorfismo evidente.

Contudo, é verdade que existem espécies pertencentes ao mesmo gênero com dimorfismo entre indivíduos pouco evidentes. É o caso do caboz (vulgo) com 4 espécies inseridas no Gen. *Pomatoschistus*.

Sabido desta complexa semelhança anatômica corporal entre indivíduos (aparentemente da mesma espécie), todos os indivíduos “Caboz” manuseados, foram seguramente induzidos a serem classificados inicialmente como Caboz Comum (cód.: CAB) ou *P. microps*. Tal intenção “aparentemente errônea” serviu para trabalhar *a posteriori*, a eficiente prática de análise sobre otólitos ligeiramente diferentes para se chegar à diferenciação de espécies, neste caso, do mesmo gênero.

Todos os peixes manuseados provieram dos limites hidrográficos da bacia do Rio Minho e os diferentes históricos desta proveniência são pontuados abaixo:



- A. Peixes congelados, de datas passadas, provindos de capturas em artes de pesca experimental (nassas, redes de cerco, arrasto, emalhar) de determinados pontos de amostragens resultantes da atividade de investigação desenvolvida no Rio Minho;
- B. Peixes frescos, capturados em pontos de amostragem definidos por trabalhos de investigação em curso;
- C. Peixes mortos, frescos ou congelados, provenientes dos aquários do Aquamuseu;
- D. Peixes frescos, mortos, obtidos no mercado ou loja de Caminha, Portugal.

Foram analisados também, 10 pares de otólitos *sagitta* de extrações anteriores, executadas por outros pesquisadores, acondicionados em lâminas referenciadas com o nome da espécie e tamanho do indivíduo. Os otólitos obtidos por esta via constam anexados à atual coleção de otólitos extraídos presencialmente durante este trabalho, porém com as devidas observações de registro: “Lâmina 1; 2; 3;...10.”

Quanto às espécies *Alosa alosa* (sável) e *Alosa fallax* (savelha) foram disponibilizados para fotografias e medições 10 pares de otólitos de Sável e 1 par de otólitos de Savelha, peças do banco de dados provenientes de pesquisas executadas pela investigadora Micaela Mota.

Refira-se que o contato direto com cada indivíduo aumentou o grau de esforço de trabalho comparado com a análise simples de tratamento dos otólitos já extraídos e disponibilizados, pois os repetitivos manuseios dos peixes foram fundamentais para obtenção de dados biométricos e análises diretas das características anatômicas – principalmente intra craniana – dos mesmos.

Na bancada laboratorial cada indivíduo presente foi previamente identificado com o código e número correspondente, para logo ser medido em ictiômetro (1mm). Foram registradas medidas de comprimento total dos peixes, desde a extremidade anterior à extremidade da barbatana caudal (ct). O comprimento furcal também foi registrado quando certos peixes apresentavam barbatanas caudais bifurcadas (cf). Os animais foram pesados em 3 tipo de balanças consoante os tamanhos dos peixes e todos os dados foram inseridos em planilha de registro.

O procedimento ou método de abertura do crânio no interior da cabeça do peixe, necessário para se chegar aos otólitos, pode ser variável consoante o domínio da técnica preferida do pesquisador em manuseio do animal. Leva-se em consideração as dificuldades sobre os tamanhos reduzidos dos indivíduos, a quantidade de muco escorregadio ou pegajoso no corpo do animal e fluidos sanguíneos provenientes da dissecação.

A seguir, é explicado o passo a passo descritivo e ilustrativo do procedimento mais utilizado neste trabalho para abertura de crânios e extrações dos otólitos:

I. Após pesagem (p) e medições (ct/cf), a cabeça é separada do corpo na zona dos ossículos de Weber (Romer, 1973) isto é, ossos arqueados que sustentam as primeiras quatro vértebras fundidas ao crânio.

II. Insere-se uma tesoura no lábio inferior da boca e executa-se um corte ventral picado até o limite do corte que levou a decapitação. Com o dorso voltado para a bancada espalma-se a cavidade bucal num movimento de abrir (expandir), a ponto de ser facilmente visível o palato, os arcos branquiais e consequentemente a zona média onde se encontrará o crânio, ainda fechado. É necessário lavar a cabeça espalmada em água corrente e logo secá-la, a fim de eliminar fluidos pegajosos ou escorregadios e facilitar o procedimento de corte seguinte. (Figuras 7 e 8)

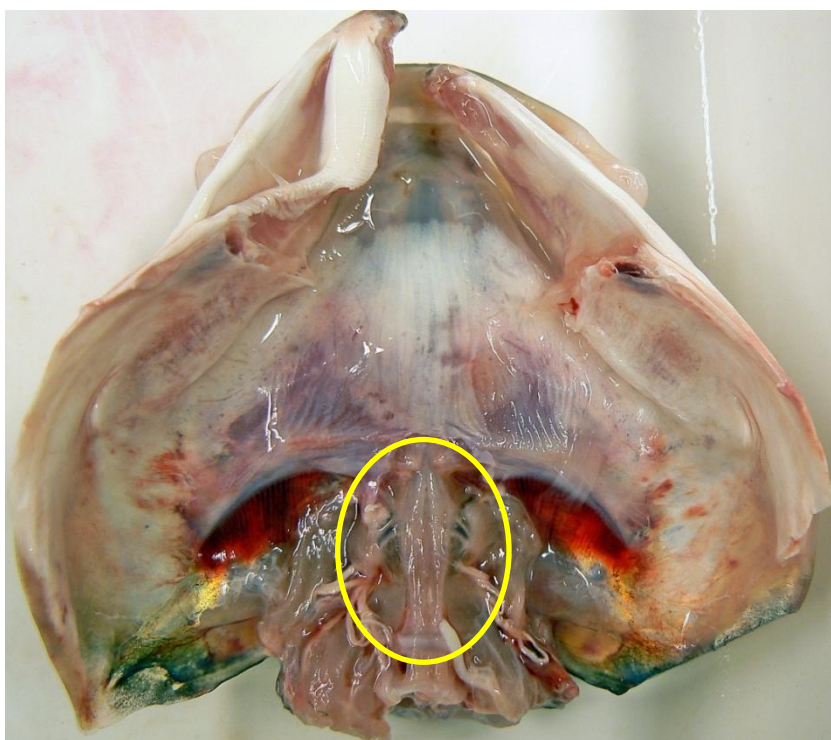


Fig. 8 – Tratamento da cabeça. Cabeça espalmada lavada em água corrente e posteriormente seca de excessos. Sem a maxilla inferior. Dorso voltado para baixo, boca voltada para frente. Referência a indicar a parte inferior da caixa craniana e anexos labirínticos. CP aprox. 30cm

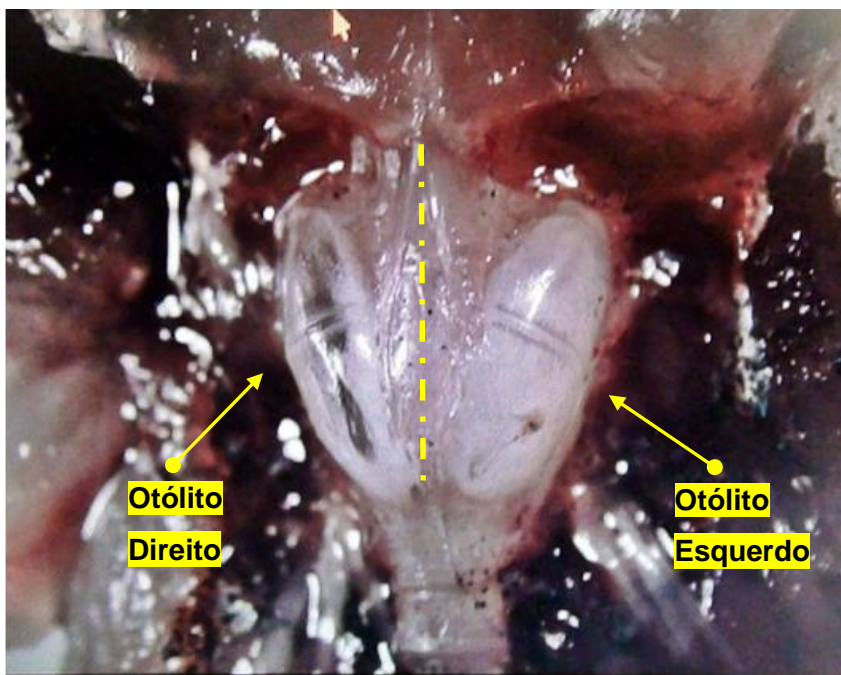


Fig. 9 - Visão sobre a parte inferior do crânio fechado. O lobo direito da imagem corresponde à camara do otólito esquerdo e o lobo esquerdo da imagem corresponde à camara do otólito direito. Justifica-se pelo fato da parte dorsal (cabeça) estar posicionada para baixo em contato com a bancada e esta ser a visão interna da boca do animal e parte inferior do crânio

**III.** Com auxílio de um bisturi, retira-se porções de tecido carnoso, os arcos branquiais, deixando a parte inferior da caixa craniana completamente visível. Posiciona-se uma ferramenta de corte em uma das extremidades do crânio, isto é, na parte anterior ou posterior, e força-se movimentos picados de cima para baixo e corte extensivo na linha central do crânio inferior a fim de fissurar o mesmo em porção esquerda e direita.(Fig. 8).

**IV.** Com a pressão dos dedos polegares e indicadores em simultâneo com um firme movimento de alavanca dos punhos sobre as laterais do crânio é possível completar a separação da caixa craniana. De seguida observa-se a massa cerebral esbranquiçada entre outras aglomerados celulares, fluidos sanguíneo, gotículas gordurosas, material adiposo e estruturas filamentosas (Fig. 9).

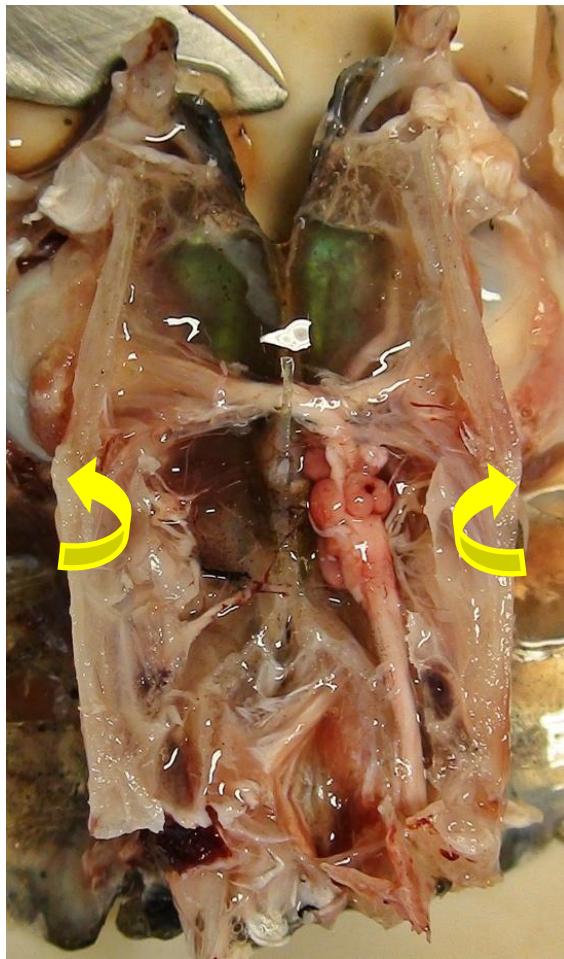


Fig. 10- Caixa craniana aberta com auxílio de bisturi e alavanca com os dedos.

**V.** Analisando o crânio aberto é possível notar as cavidades anexas, isto é, os espaçamentos do ouvido interno, onde se encontram os otólitos (em destaque o maior, *sagitta*) mergulhados em endolinfa no interior das suas membranas otolíticas (*sacullus*). Com auxílio de pinças e estiletes deslocam-se os otólitos das cápsulas para serem postos numa placa de petri previamente etiquetada em lado esquerdo e direito correspondente a cada indivíduo. (Fig. 10).



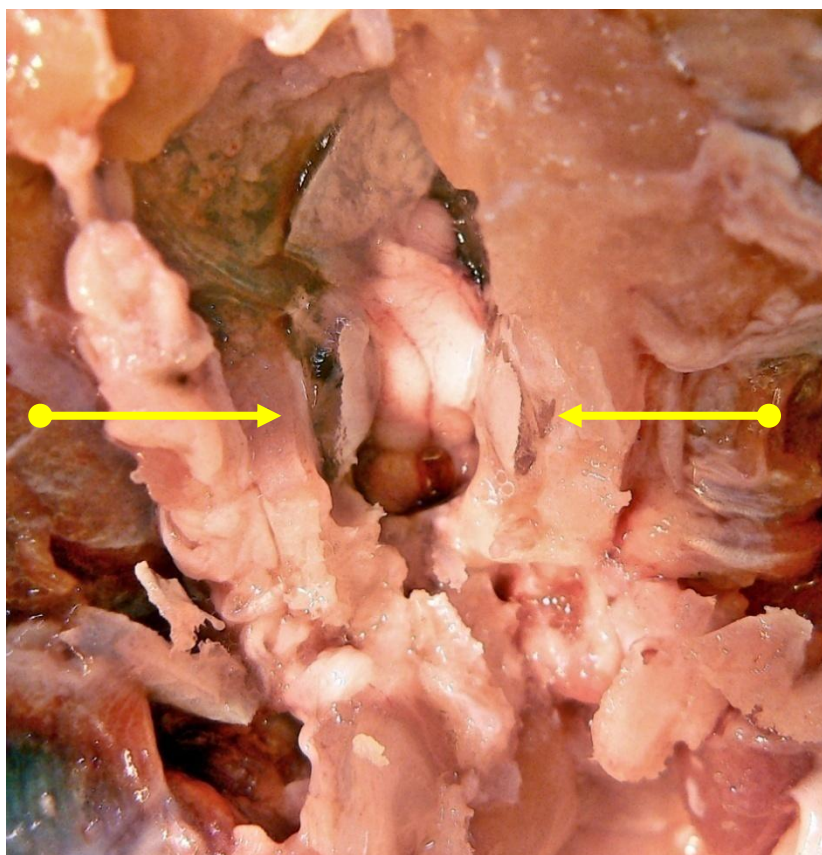


Fig. 11- Indicação dos otólitos *sagitta* integrais em seus *sacullus* após abertura do crânio de um *Salmo salar* (salmão).

Quando se tratou de peixes relativamente grandes, com mais de 30 cm, foi possível seguir o procedimento de extração do otólito a olho nu. Contudo, para animais menores, foi necessário sempre a ampliação da área local ao levar o crânio aberto à lupa.

Todos os otólitos extraídos foram levados à lupa para serem limpos de agregados celulares e correspondente vestígios da membrana otolítica (*sacullus*), com auxílio de estiletes e banhados por esguichos de cloreto de potássio ou álcool 70%. Em seguida foram mergulhados em água destilada durante 2 horas a fim de lavar resquícios de células e soluções anteriormente utilizadas.

Os otólitos correspondentes aos indivíduos trabalhados foram postos numa mesma placa de petri, separados em direito e esquerdo e levados à estufa (55°C) onde foram mantidos por mais de 12 horas (de um dia para o outro) até atingirem peso constante (secagem).

Após serem retirados da estufa, cada otólito foi pesado numa balança de precisão, Kern (0,0001g) onde foram registradas informações da massa (pesagem). Em seguida

foram acondicionados em compartimentos de *ependorfs* com etiquetas internas referenciais ao código da espécie, número do indivíduo e sufixo direito ou esquerdo, para serem fixados numa placa de esferovite como base de armazenamento referencial. (Fig. 11)

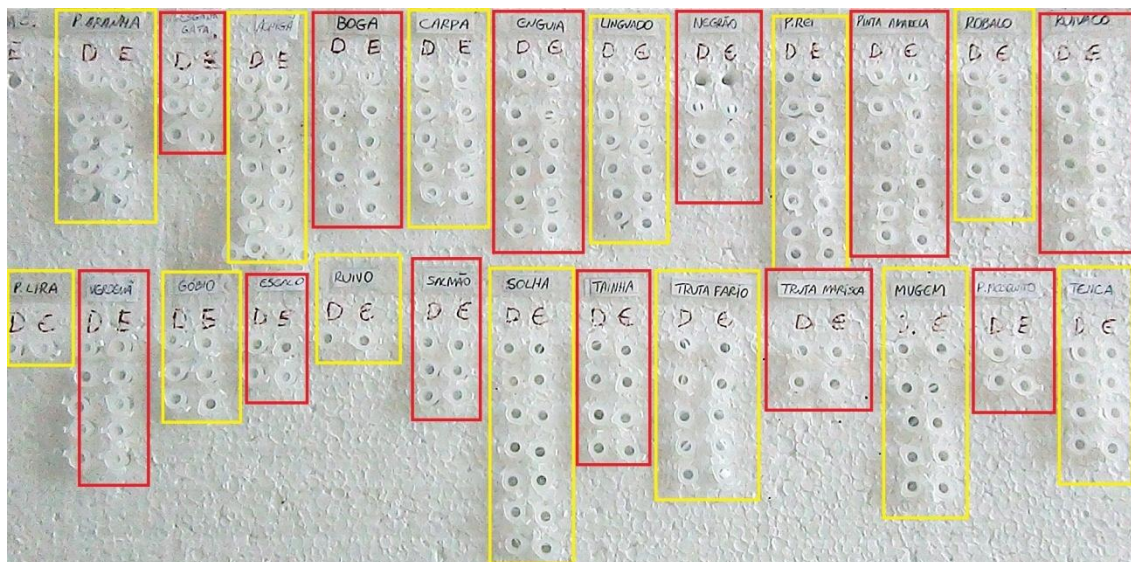


Fig. 12 - Parte da coleção material dos otólitos direito e esquerdo acondicionados. Colunas por espécie

Prosseguiu-se o registro fotográfico da face interna e externa de cada otólito com ampliação ajustada (1x 2x, 3x, 4x, 5x e 6.3x) através da câmera da lupa NIKON/SMZ800, que por sua vez esteve interligada a um computador que funcionou como um receptor da imagem, possibilitando gravar a imagem ampliada como arquivo digital. Para cada indivíduo e seu par de *sagitta* foram captadas 4 fotografias. As imagens foram armazenadas em computador com pastas e ficheiros correspondentes às espécies (Fig.12)

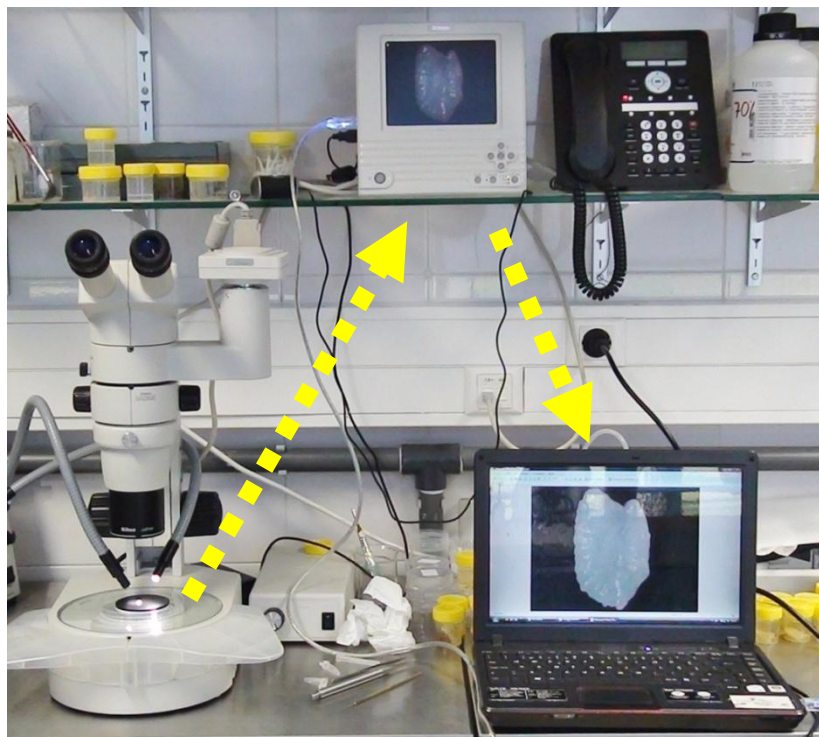


Fig. 13 - Lupa acoplada ao computador para captação da imagem ampliada do otólito.

Os arquivos de imagens digitais de cada otólito foram trabalhados no software *cell^B - Olympus*, registrando o comprimento e largura dos otólitos. Ao obter os números correspondentes destas medidas os dados foram preenchidos na mesma planilha referente ao registro de controle e aquisição de dados.

Assim, com o término do conjunto de informações extraídas, trabalhou-se todos os dados pretendidos para apresentar os seguintes resultados.

### 3. Resultados

Os resultados obtidos resultam da organização dos otólitos em função dos grupos taxonómicos a que pertenciam os indivíduos estudados e sob a forma de Atlas, da caracterização morfológica para facilitar a identificação futura em estudos de ecologia trófica e das relações métricas entre otólitos e peixes.

Outro grande conjunto de resultados justifica em suma o título do trabalho e apresentar-se-á impresso como um Atlas de otólitos de peixes do Rio Minho. Ou seja, passa a ser um guia visual direto de identificação de espécies de peixes através de otólitos integrais.

Desde já constam como resultados significantes a existência de 10 tipos de formas e terminologias dos perfis dos *sagittae*, aplicadas às 23 famílias e 42 espécies.

Otólitos LANCEOLADOS são encontrados em 9 famílias e 12 espécies: **Centrarchidae** (Achigã); **Carangidae** (Carapau); **Scombridae** (Cavala); **Cupleidae** (Sardinha, Sável, Savelha); **Sparidae** (Sargo); **Serranidae** (Serrano); **Ammodytidae** (Galeato Maior, Galeota Menor); **Belonidae** (Peixe Agulha) e **Moronidae** (Robalo).

Otólitos TRIANGULARES são encontrados em 3 famílias e 6 espécies: **Salmonideos** (Salmão, Truta comum, Truta marisca e Truta arco-íres); **Callionymidae** (Peixe lira); **Triglidae** (Ruivo).

Otólitos ELÍPTICOS são encontrados em 3 família e 3 espécies: **Syngnathidae** (Marinha comum); **Atherinidae** (Peixe rei); **Pleuronectidae** (Solha).

Otólitos QUADRADOS são encontrados em 2 famílias e 4 espécies: **Gobidae** (Caboz comum, Caboz pictus, Caboz de areia); **Gasterosteidae** (Esgana-gata).

Otólitos SAGITIFORMES são encontrados em 1 família e 8 espécies: **Ciprinidae** (Boga, Barbo, Carpa, Escalo, Góbio, Pimpão, Ruivaco e Tenca).

Otólitos RETANGULARES são encontrados em 1 família e 4 espécies: **Mugilidae** (Mugem, Negrão, Pinta amarela e Tainha comum).

Otólitos PARALELOGRAMOS OBTUSÂNGULO são encontrados em 1 uma família e 1 espécie: **Anguillidae** (Enguia).

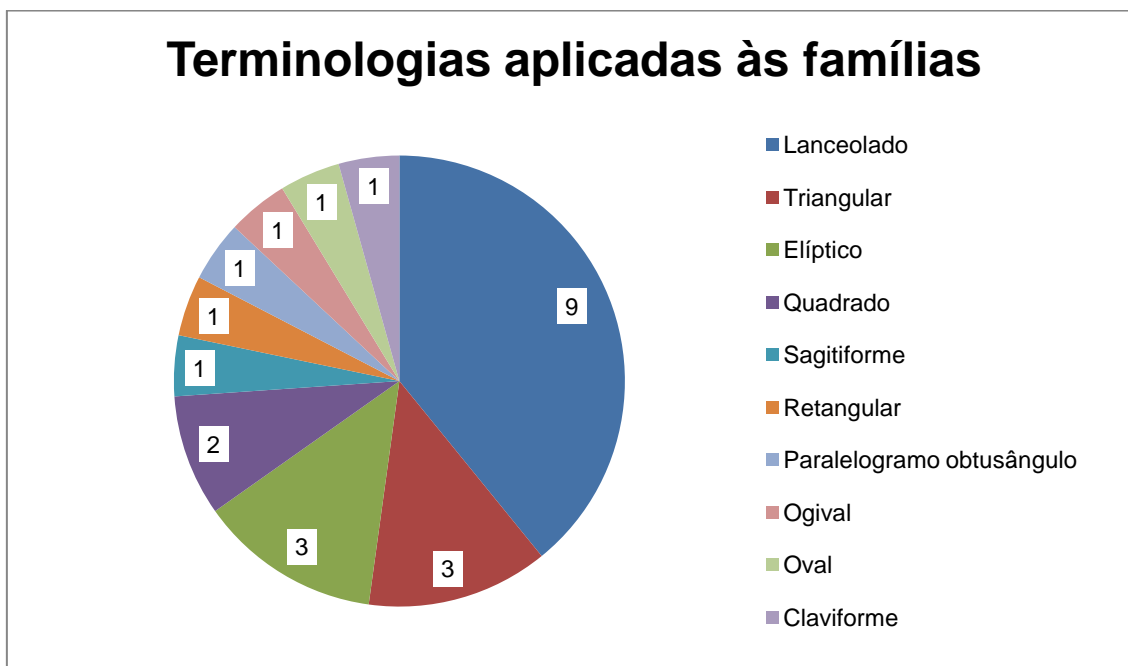
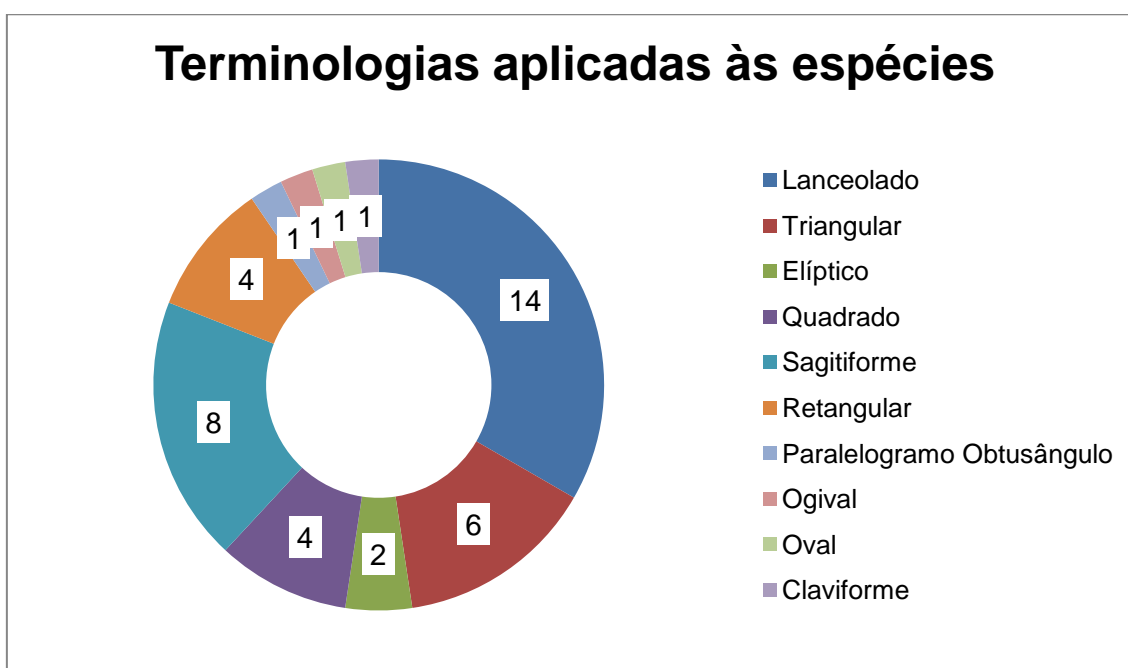
Otólitos OGIVAIS são encontradas em 1 família e 1 espécie: **Soleidae** (Linguado).

Otólitos OVAIS são encontrados em 1 família e 1 espécie: **Poecillidae** (Peixe mosquito).

Otólitos CLAVIFORMES são encontrados em 1 família e 1 espécie: **Cobitae** (Verdemã).

São apresentados nas figuras 14 e 15, 2 gráficos referentes à definição de 10 terminologias dos perfis às 24 famílias e 42 espécies estudadas.



Fig. 14 – Gráfico quantitativo de famílias de peixes e terminologias dos perfis de *sagittae*Fig. 15 – Gráfico quantitativo do número de espécies e terminologias dos perfis de *sagittae*

### 3.1. Relação do comprimento do peixe vs comprimento do otólito (“Bio morfometria”)

São 11 espécies representadas com o mínimo de 5 exemplares, para as quais se fez gráficos da relação comprimento dos peixes (ct) e comprimento antero-dorsal dos otólitos correspondentes, sendo que foi traçada a linha de tendência linear desta relação para as espécies: Achigã (8 indivíduos), Mugem (5 ind.) e Peixe Rei (7 ind.); e

a linha de tendência polinomial para as espécies: Enguia (6 ind.), Linguado (6 ind.), Pinta Amarela (6 ind.), Peixe Aranha (5 ind.), Robalo (5 ind.), Sável (10 ind.), Solha (7 ind.) e Truta Fário (5 ind.)

São 3 espécies da família **Ciprinidea** representadas com o mínimo de 5 exemplares, para as quais se fez gráficos da relação tamanhos dos peixes (ct) e comprimento antero-dorsal dos otólitos *asteriscus* correspondentes, sendo que foi traçada a linha de tendência polinomial para as espécies: boga (5 ind.) e carpa (5 ind.); e linha de tendência potencial para ruivaco (6 indi.)

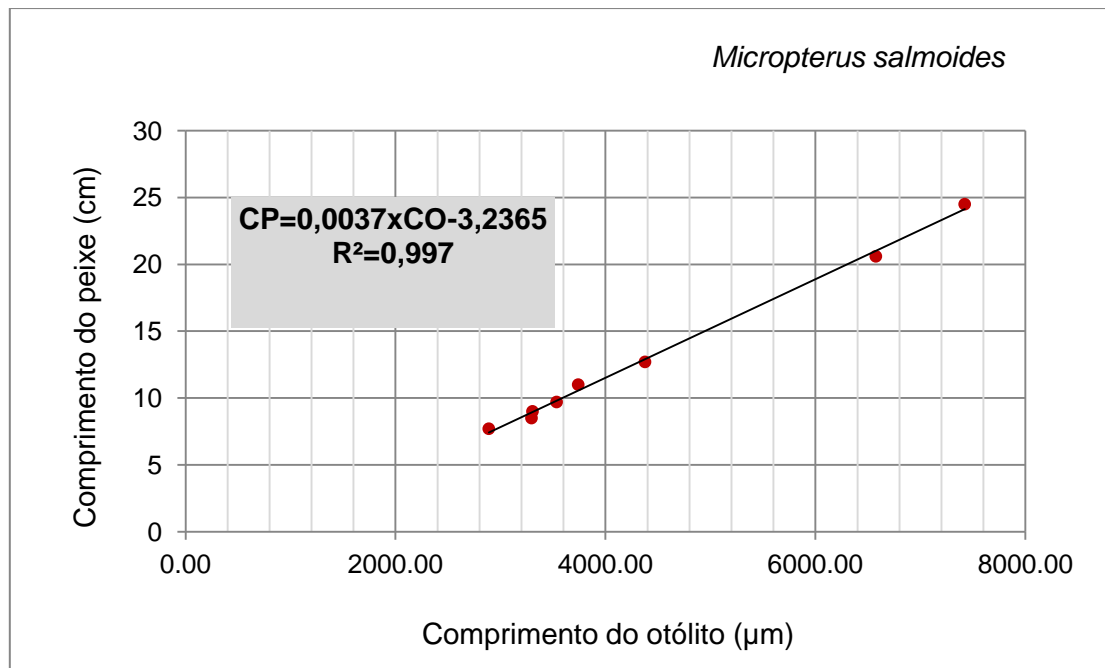


Fig. 16 - Correlação entre comprimentos de 8 indivíduos de Achigã e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência linear.

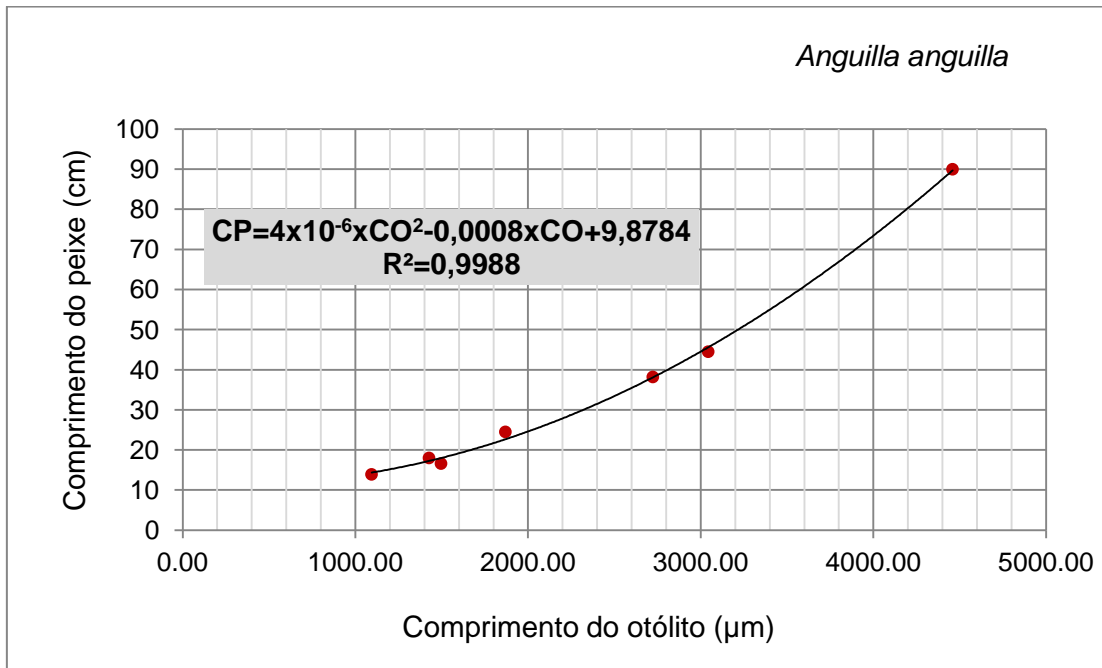


Fig. 17 - Correlação entre comprimentos de 6 indivíduos de Enguia e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

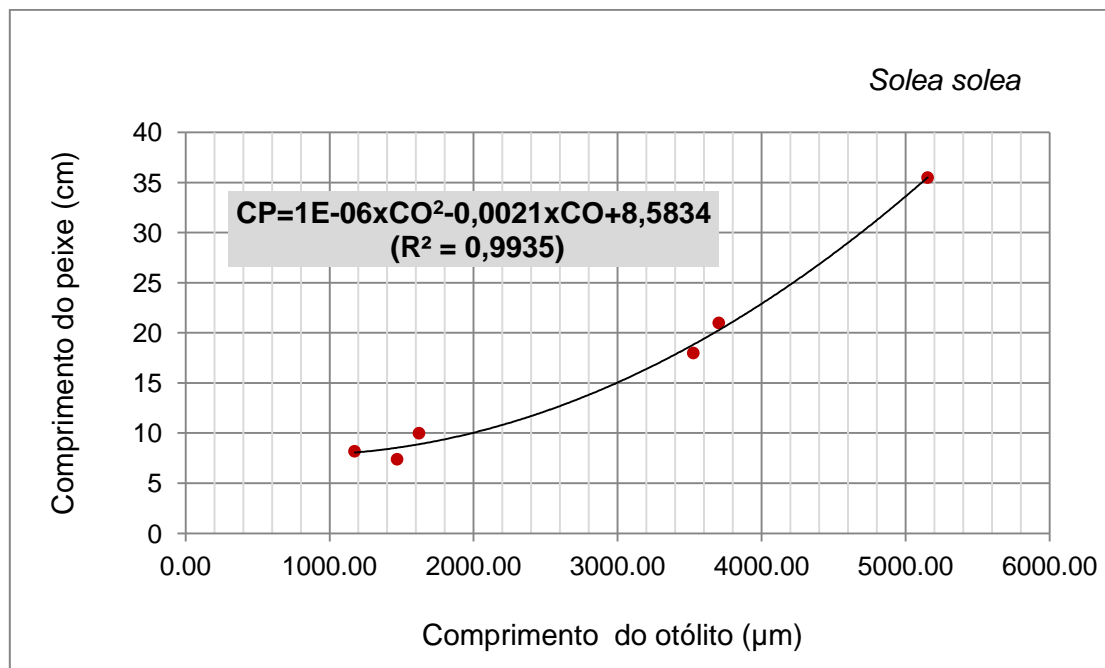


Fig. 18 - Correlação entre comprimentos de 6 indivíduos de Linguado e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

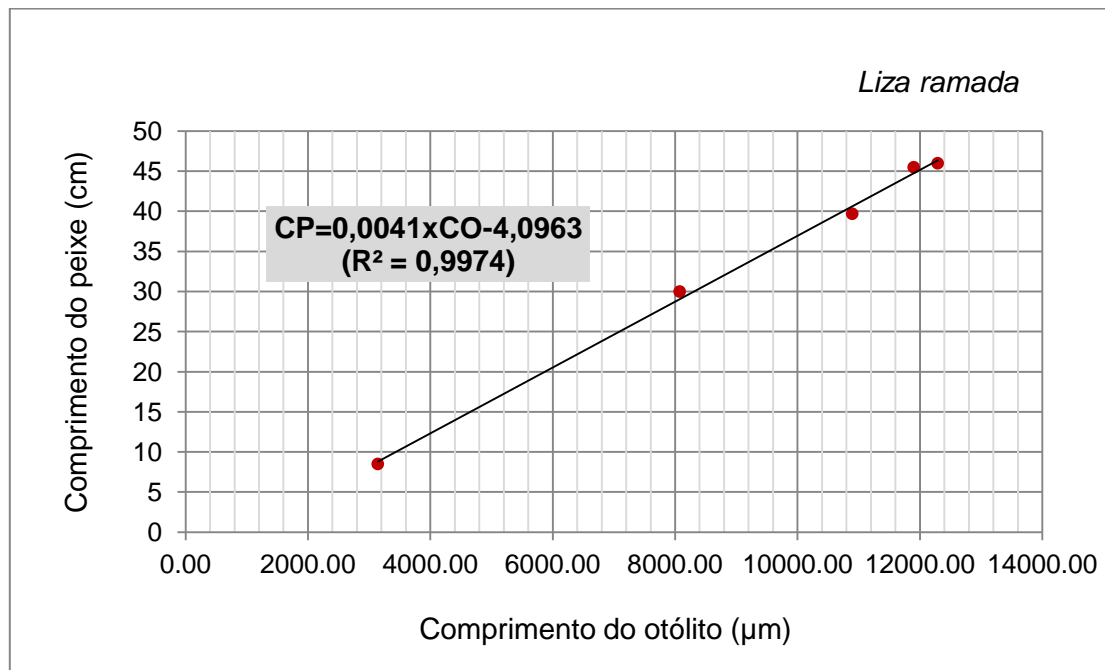


Fig. 19 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Mugem e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência linear.

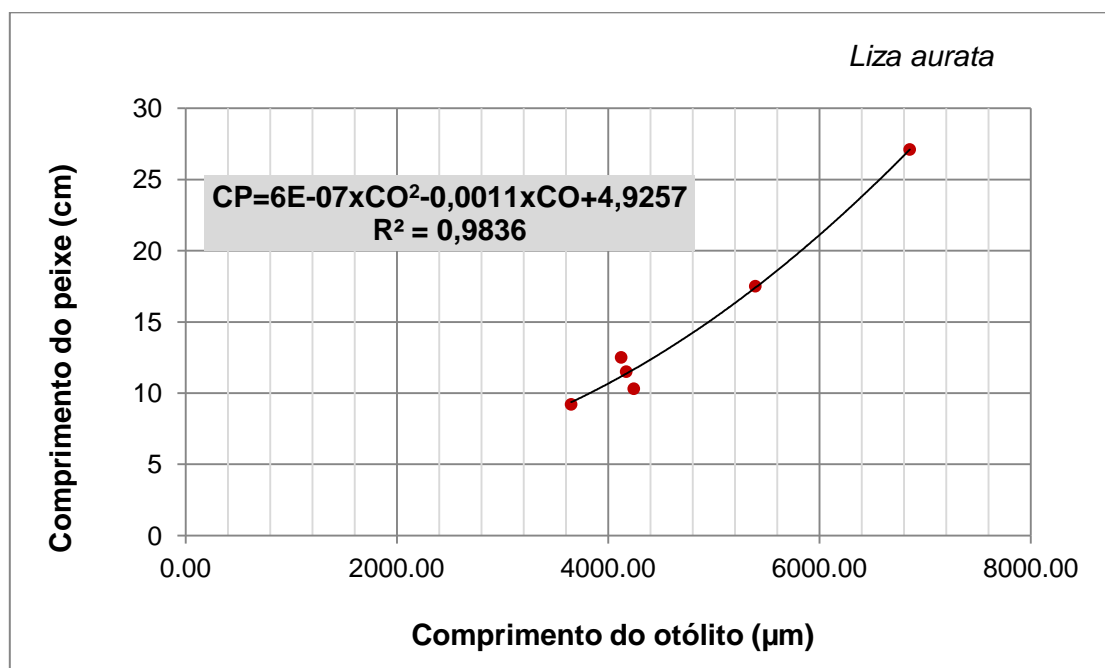


Fig. 20 - Correlação entre comprimentos de 6 indivíduos de Pinta Amarela e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

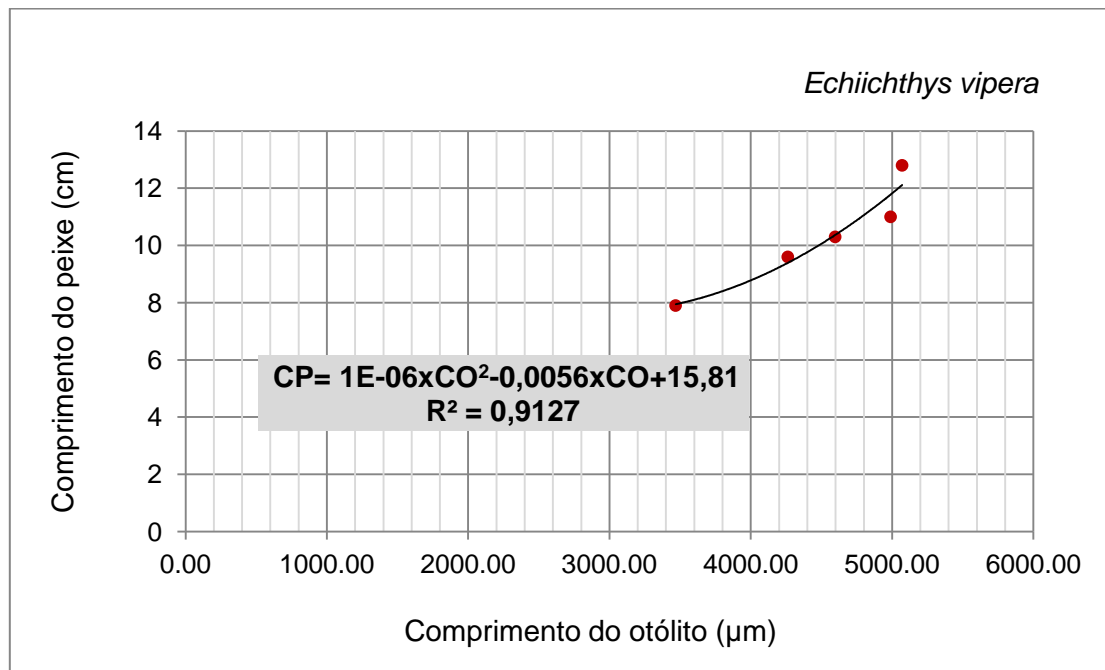


Fig. 21 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Peixe Aranha e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

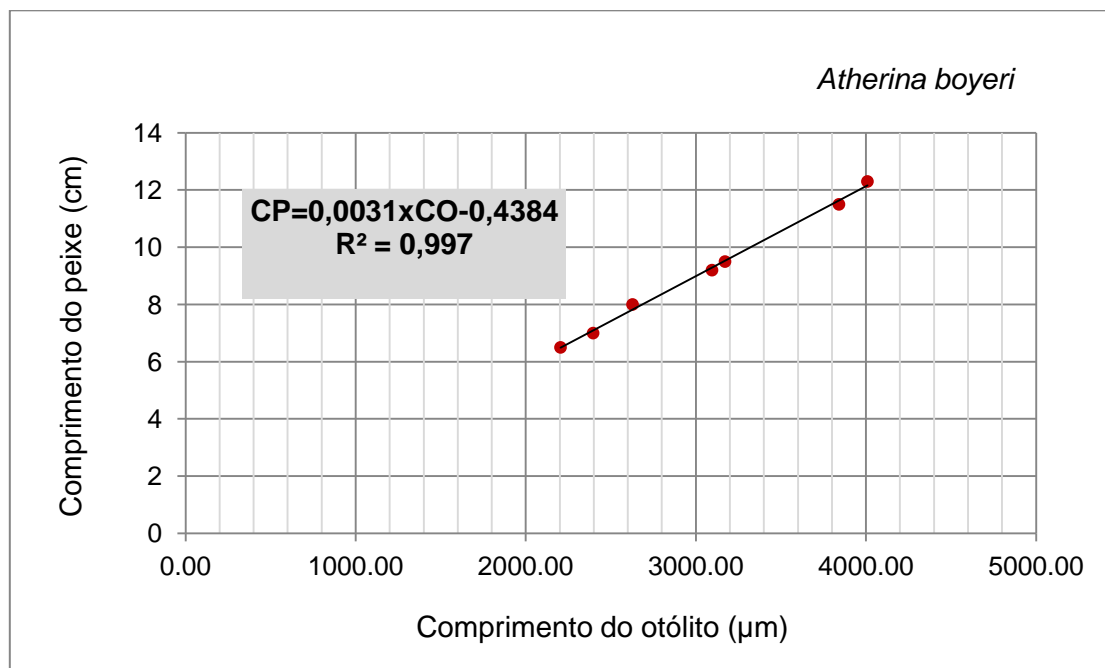


Fig. 22 - Correlação entre comprimentos de 7 indivíduos de Peixe Rei e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência linear.

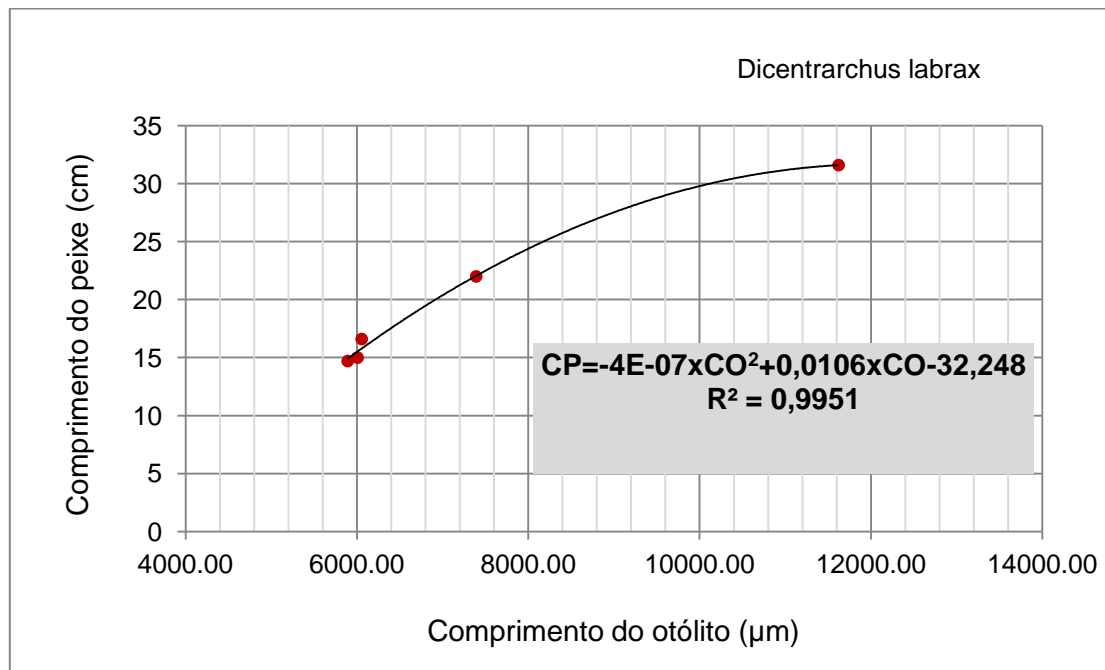


Fig. 23 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Robalo e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

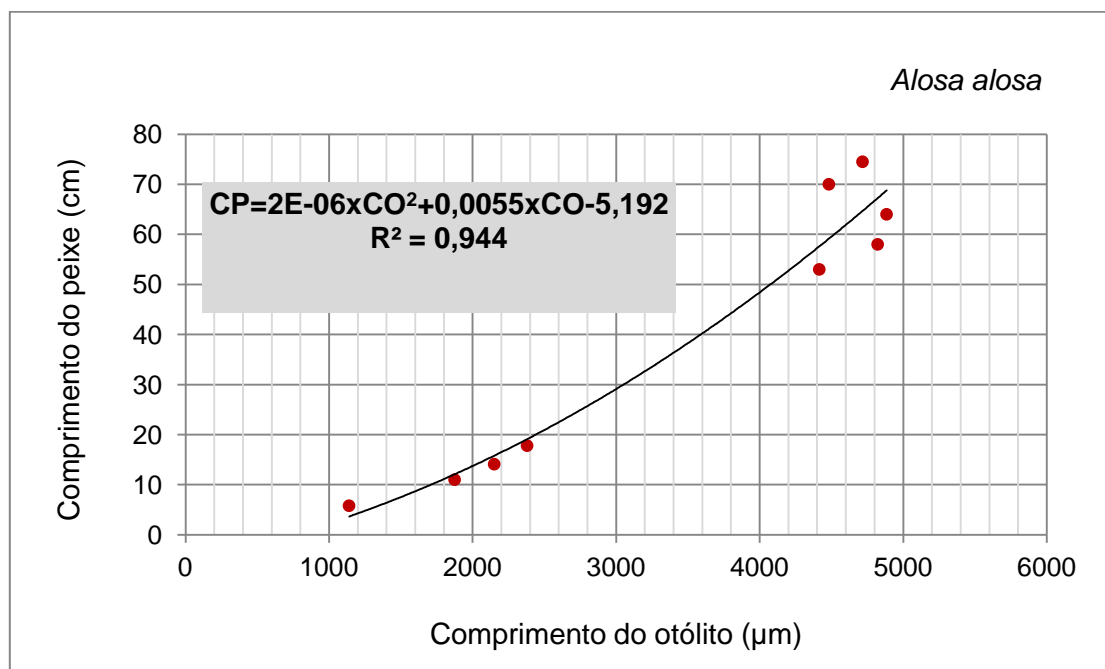


Fig. 24 - Correlação entre comprimentos de 9 indivíduos de Sável e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

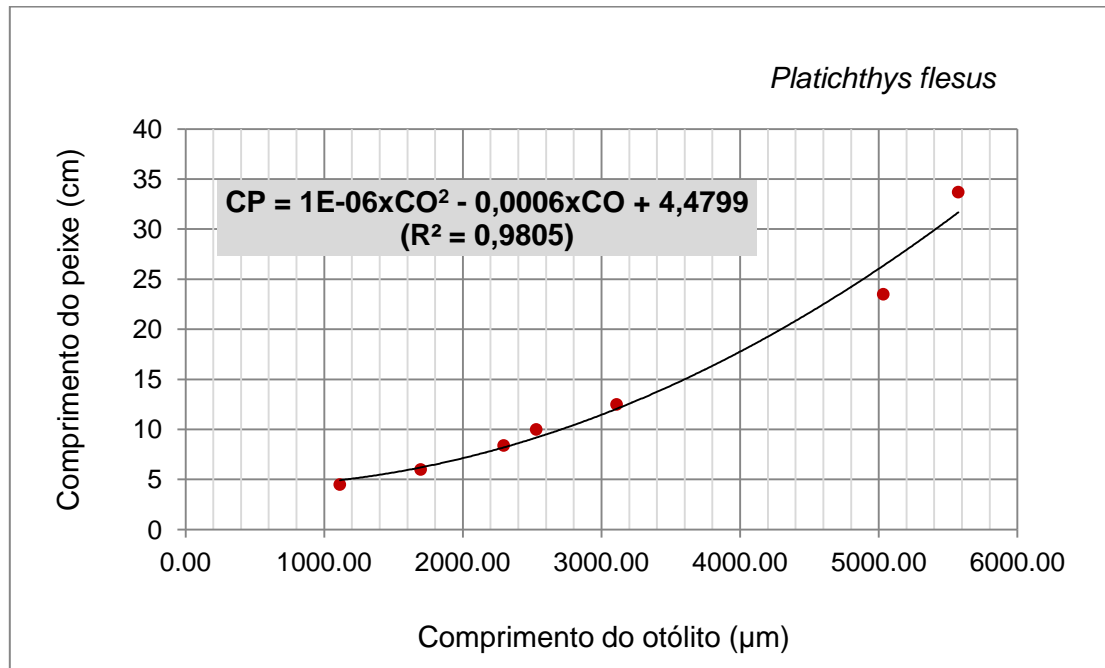


Fig. 25 - Correlação entre comprimentos de 7 indivíduos de Solha e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Retra de tendência polinomial.

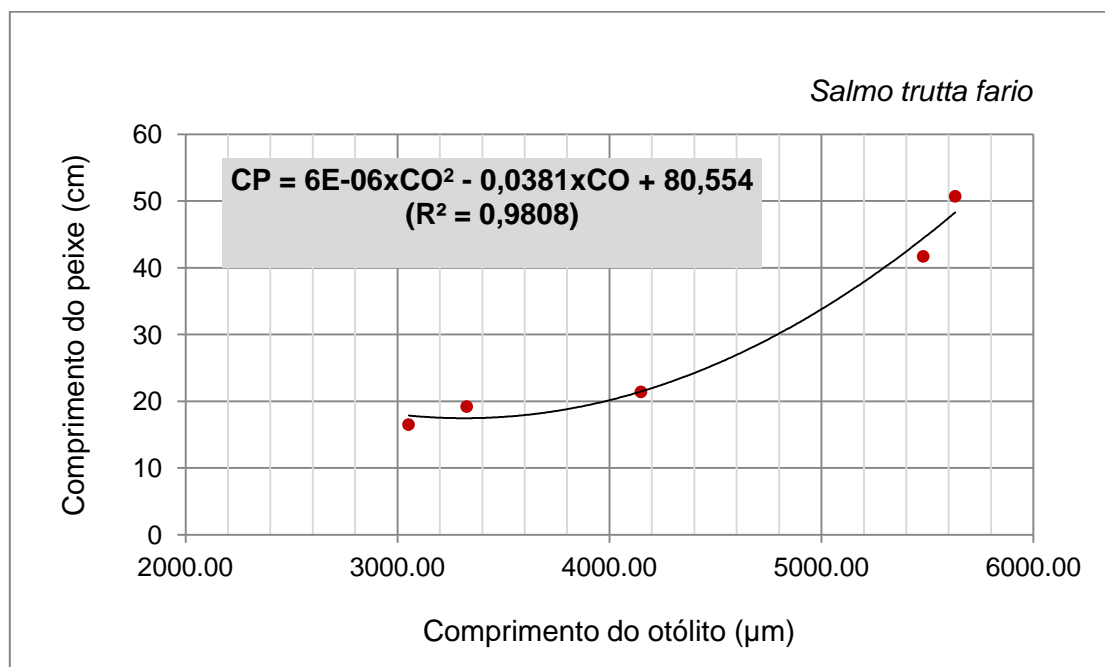


Fig. 26 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Truta Fário e os comprimentos dos otólitos direitos correspondentes. Retra de tendência polinomial.

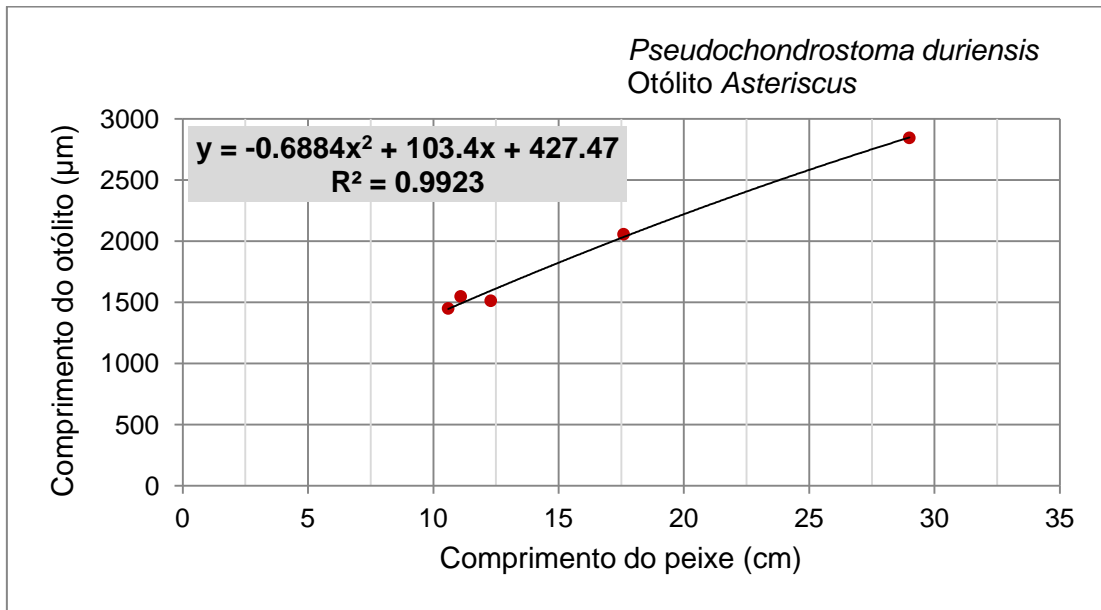


Fig. 27 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Boga e os comprimentos dos otólitos *Asteriscus* direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.

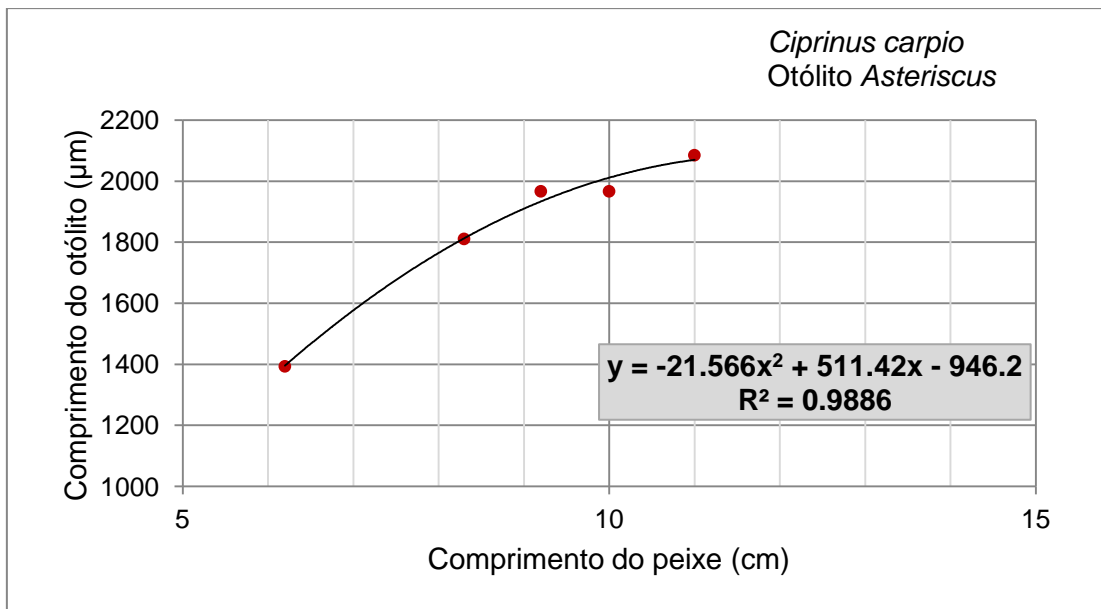


Fig. 28 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Carpa e os comprimentos dos otólitos *Asteriscus* direitos correspondentes. Reta de tendência polinomial.



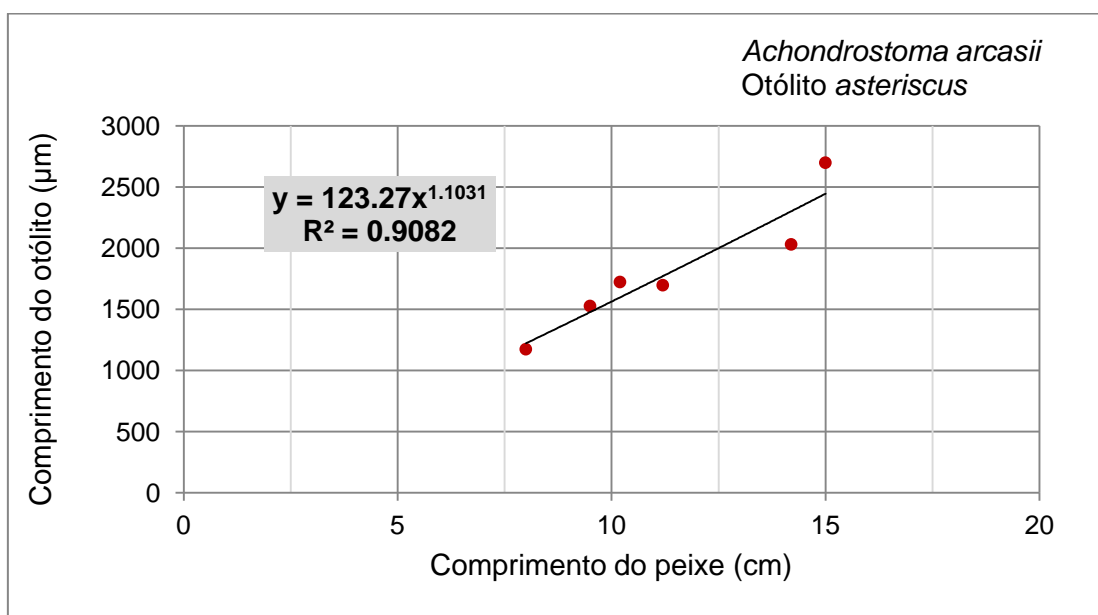


Fig. 29 - Correlação entre comprimentos de 5 indivíduos de Ruivaco e os comprimentos dos otólitos *asteriscus* direitos correspondentes. Reta de tendência potencial

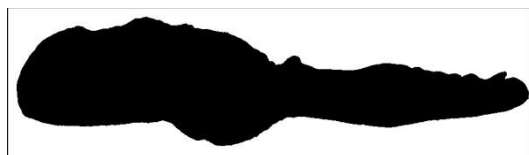
## 3.2. ATLAS de otólitos de peixes do Rio Minho

### LISTA DAS ESPÉCIES REPRESENTADAS

Achigã	<i>Micropterus salmoides</i>
Barbo	<i>Barbus bocagei</i>
Boga	<i>Pseudochondrostoma duriensis</i>
Caboz Comum	<i>Pomatoschistus microps</i>
Caboz de Areia	<i>Pomatoschistus minutus</i>
Caboz Pictus	<i>Pomatoschistus pictus</i>
Carapau	<i>Trachurus trachurus</i>
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>
*Cavala	<i>Scomber japonicus</i>
Enguia	<i>Anguilla anguilla</i>
Escalo	<i>Squalius carolitertii</i>
Esgana Gata	<i>Gasterosteus gymnurus</i>
*Galeota Maior	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>
Galeota Menor	<i>Ammodytes tobianus</i>
Góbio	<i>Gobio lozanoi</i>
Linguado	<i>Solea solea</i>
Marinha Comum	<i>Syngnathus acus</i>
Mugem	<i>Liza ramada</i>
Negrão	<i>Chelon labrosus</i>
Peixe Agulha	<i>Belone belone</i>
Peixe Aranha	<i>Echiichthys vipera</i>
Peixe Lira	<i>Callionymus lyra</i>
Peixe Mosquito	<i>Gambusia affinis</i>
Peixe Rei / Murca	<i>Atherina boyeri</i>
Pimpão	<i>Carassius auratus</i>
Pinta Amarela	<i>Liza aurata</i>
Robalo	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Ruivaco	<i>Achondrostoma arcasii</i>
Ruivo	<i>Lepidotrigla cavillone</i>
Salmão	<i>Salmo salar</i>
Sardinha	<i>Sardina plichardus</i>
Sargo	<i>Diplodus sargus</i>
Sável	<i>Alosa alosa</i>
Savelha	<i>Alosa fallax</i>
*Serrano	<i>Serranus cabrilla</i>
Solha	<i>Platichthys flesus</i>
Tainha	<i>Mugil cephalus</i>
Tenca	<i>Tinca tinca</i>
Truta Arco-Íris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Truta Fário	<i>Salmo trutta fario</i>
Truta Marisca	<i>Salmo trutta trutta</i>
Verdemã	<i>Cobitis paludica</i>

## GUIA INTERPRETATIVO DO ATLAS

- NOME VULGAR
- *NOME CIENTÍFICO*
- IMAGEM DO PEIXE: Lado direito da simetria bilateral. Extraído de Antunes & Rodrigues (2004). \* Cambell (1985)
- HABITAT E ZONA REFERENTE NO MAPA: Ocorrência no Rio Minho
- SOMBRA DO OTÓLITO DIREITO: Face interna orientada com a região anterior para o lado esquerdo da página e margem dorsal para o topo da página
- Descrição do perfil (caracterização das zonas e regiões)
- TERMINOLOGIA DO PERFIL MEDIAL: Baseado em Assis (2004).
- IMAGENS DO SAGITTA DIREITO: Em ordem crescente ao tamanho dos indivíduos
  - Coluna esquerda: Face interna do otólito orientada com a região anterior voltada para a esquerda da página e margem dorsal para o topo da página.
  - Coluna direita: Face externa do otólito orientada com a região anterior voltada para a direita da página e margem dorsal para o topo da página.
- ABREVIATURAS:
  - CO= Comprimento do otólito
  - LO= Largura do otólito
  - PO= Peso do otólito
  - CP= Comprimento do peixe
  - PP= Peso do peixe
  - n/r= Não registrado

**TERMINOLOGIAS DOS PERFIS DOS SAGITTAE**

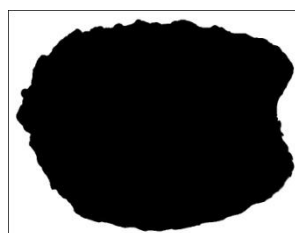
CLAVIFORME



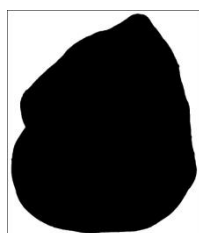
SAGITIFORME



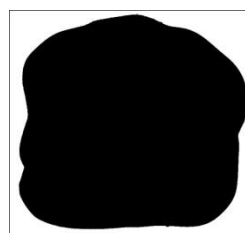
LANCEOLADO



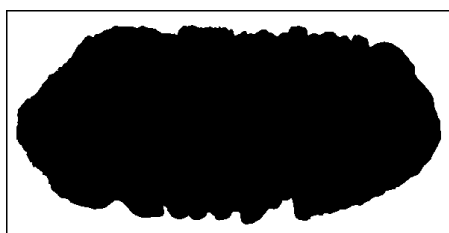
OGIVAL



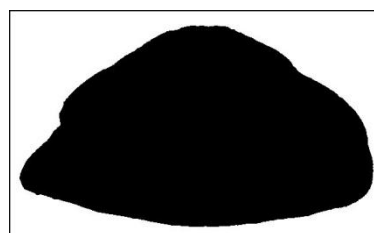
OVAL



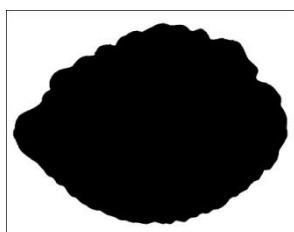
QUADRADO



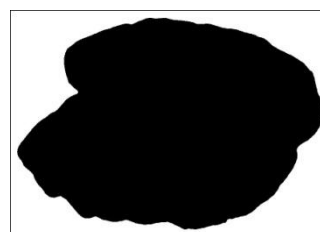
RETANGULAR



TRIANGULAR



ELÍPTICO



PARALELOGRAMO OBTUSÂNGULO

## MAPA DO RIO MINHO. OCORRÊNCIA REFERENCIAL DE ESPÉCIES

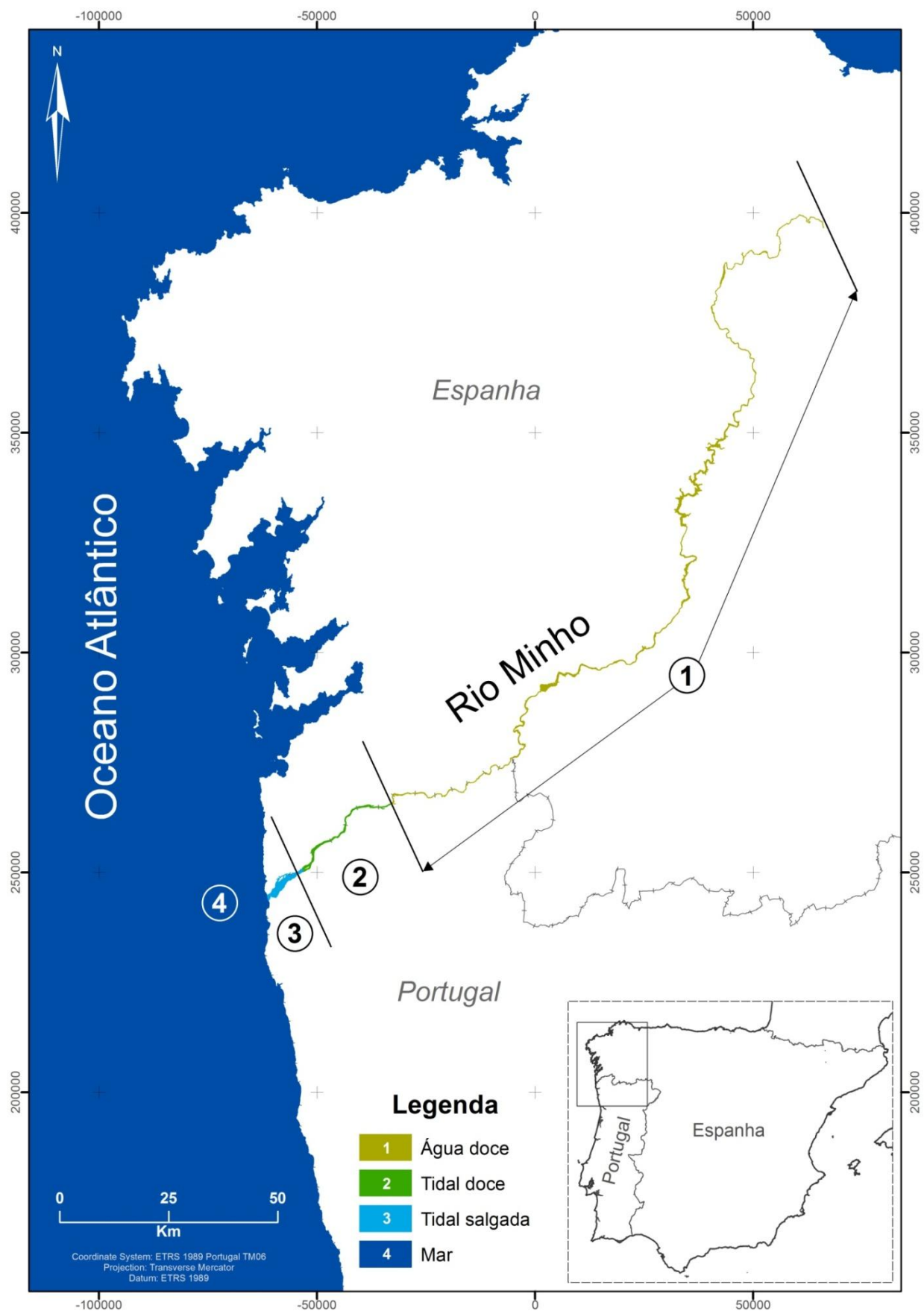


Fig. 30 - Mapa do Rio Minho

## Achigã

## Micropterus salmoides

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe de água doce.

**Terminologia do perfil:** Lanceolado

**Zonas:** 1 e 2



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** *Rostrum* ventral destacado do anti-*rostrum*. Faces dorsal, ventral e posterior dentadas. *Sulcus* medial contínuo.



CO: 2889,95µm LO: 1569,37µm PO: 0,0022g CP: 7,7cm PP: 5,378g



CO: 3296,65µm LO: 1717,70µm PO: 0,0027g CP: 8,5cm PP: 7,037g



CO: 3306,22 $\mu$ m LO: 1765,55 $\mu$ m PO: 0,0027g CP: 9cm PP: 8,492g



CO: 3535,89 $\mu$ m LO: 1880,38 $\mu$ m PO: 0,0034g CP: 9,7cm PP: 10,254g



CO: 3741,62 $\mu$ m LO: 2009,56 $\mu$ m PO: 0,0039g CP: 11cm PP: 16,271g



CO: 4377,99 $\mu$ m LO: 2315,78 $\mu$ m PO: 0,0064g CP: 12,7cm PP: n/r





CO: 6576,92 $\mu$ m LO: 3548,08 $\mu$ m PO: 0,0196g CP: 20,6cm PP: n/r



CO: 7423,08 $\mu$ m LO: 3750,00 $\mu$ m PO: 0,0229g CP: 24,5cm PP: 2.519kg



## Barbo

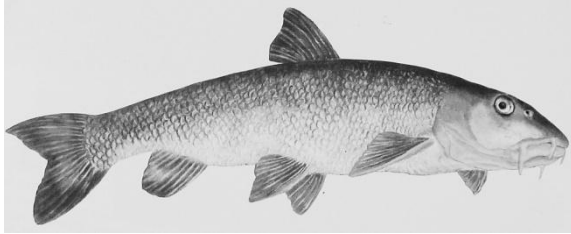
## *Barbus bocagei*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe de água doce.

**Terminologia do perfil:** Sagitifforme

**Zonas:** 1 e 2



**Caracterização da face interna do otólito:** *Rostrum* e *anti-rostrum* indiferenciados. Margem ventral ligeiramente curva e frágil. Margem dorsal acentuada e frágil. *Posrostrum* delgado fino e frágil. *Sulcus* central.



CO: n/r LO: n/r PO: n/r CP: 52,5cm PP: 1889g

## Boga

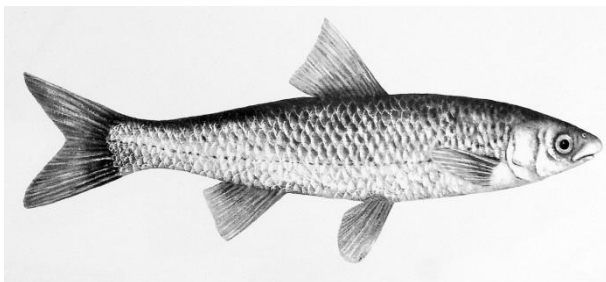
## *Pseudochondrostoma duriensis*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe de água doce.

**Terminologia do perfil:** Sagitifforme.

**Zonas:** 1 e 2



**Otólito *Asteriscus***

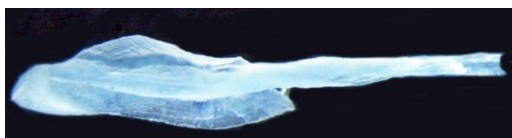


\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *sagitta*:** *Rostrum* e anti-*rostrum* indiferentes. Face dorsal e ventral lisa em aba frágil. Pós-*rostrum* delgado e frágil. *Sulcus* indiferente.



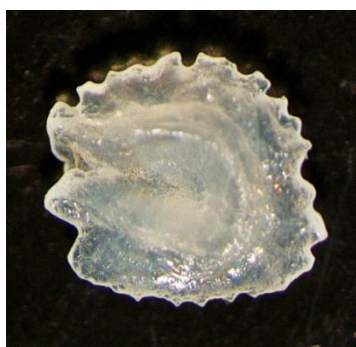
CO: 4306,22µm   LO: 1033,49µm   PO: n/r   CP: 17cm   PP: 47g



CO: 5066,99µm   LO: 980,86µm   PO: n/r   CP: 28cm   PP: 114,808g

\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *asteriscus*:** Típico otólito em forma estrelada. Faces dorsal, ventral e região posterior dentadas. Rostrum e antirostrum equiparados. Sucus circular, profundo e isolado no centro.



CO: 1450,09µm LO: 1301,32µm PO: 0,0007g CP: 10,6cm PP: 8,615g



CO: 1548,46µm LO: 1458,63µm PO: 0,0003g CP: 11,1cm PP: 10,206g



CO: 1513,00µm LO: 1505,91µm PO: 0,0005g CP: 12,3cm PP: 12,184g



CO: 2056,74 $\mu$ m LO: 2002,36 $\mu$ m PO: 0,0019g CP: 17,6cm PP: 50,883g



CO: 2844,44 $\mu$ m LO: 2942,86 $\mu$ m PO: 0,0041g CP: 29cm PP: 279,549g



## Caboz Comum

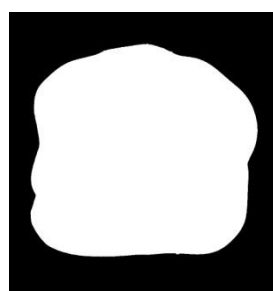
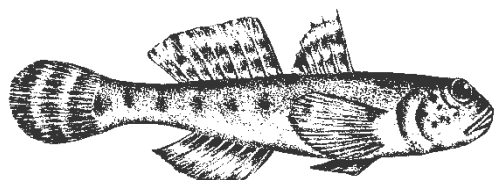
## *Pomatoschistus microps*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe estuarino

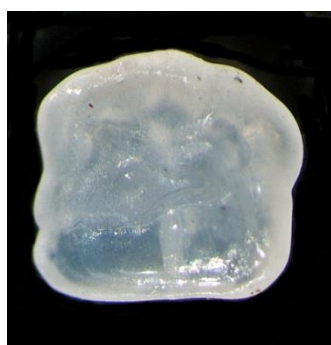
**Terminologia do perfil:** Quadrado.

**Zonas:** 2 e 3.



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** *Rostrum* e *antirostrum* equiparados. Face dorsal curva, ligeiramente lisa, face ventral reta e lisa. *Sulcus* central sem abertura na margem



CO: 1234,84µm LO: 1149,30µm PO: 0,0008g CP: 4cm PP: 0,473g



CO: 1356,14µm LO: 1275,27µm PO: 0,0009g CP: 4,5cm PP: 0,752g



CO: 1491,73 $\mu$ m LO: 1276,60 $\mu$ m PO: 0,0013g CP: 5cm PP: 1,360g



## Caboz de Areia

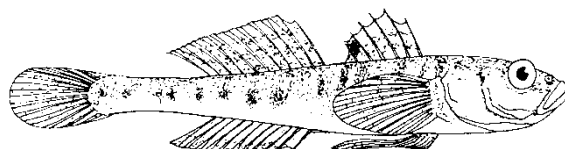
## *Pomatoschistus minutus*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

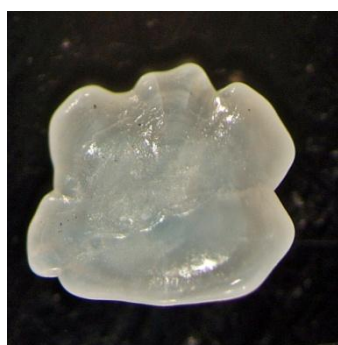
**Terminologia do perfil:** Quadrado.

**Zonas:** 2, 3.



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal dentada, *rostrum* ventral ligeiramente destacado do anti-*rostrum*. Face ventral reta e lisa. Pós-*rostrum* terminado em "<". *Sulcus* central.



CO: 1794,33µm LO: 1624,41µm PO: 0,0019g CP: 5,5cm PP: 1,445g



CO: 1569,74µm LO: 1423,17µm PO: 0,0014g CP: 5,9cm PP: 1,151g



CO: 1952,72 $\mu$ m LO: 1704,49 $\mu$ m PO: 0,0020g CP: 6,6cm PP: 2,031g

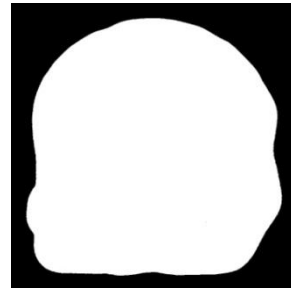
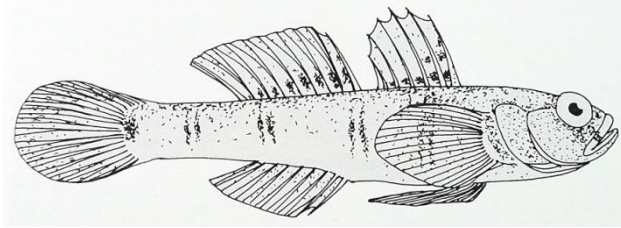


**Caboz Pictus*****Pomatoschistus pictus***

\*\*\*\*\*

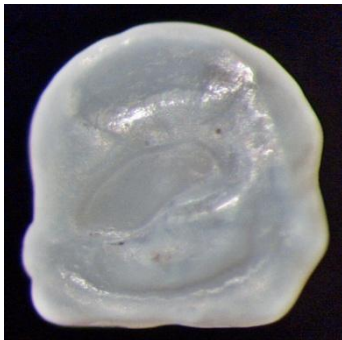
**Habitat:** Marinho oportunista.**Zonas:** 2, 3.**Terminologia do perfil:**

Quadrado.



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal lisa em arco perfeito. Face ventral reta e lisa. *Rostrum* ligeiramente destacado. *Sulcus* central em “poça” sem abertura na margem.



CO: 1158,63µm   LO: 1158,63µm   PO: n/r   CP: 5cm   PP: 0,551g

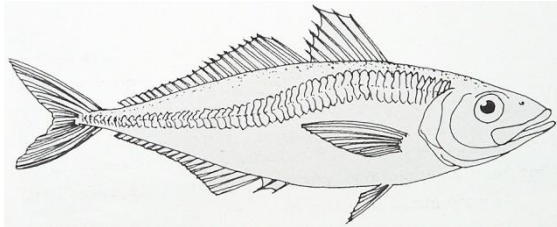
## Carapau

## Trachurus trachurus

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho.

**Zonas:** 4



**Terminologia do perfil:**

Lanceolado.



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal e ventral dentadas. *Rostrum* sobressai ao *antirostrum*. *Sulcus* extensivo e contínuo com abertura na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 4540,67µm LO: 2578,95µm PO: 0,0072g CP: 14,5cm PP: 25,112g



CO: 6701,92µm LO: 3884,62µm PO: 0,0223g CP: 22,5cm PP: 90,090g

## Carpa

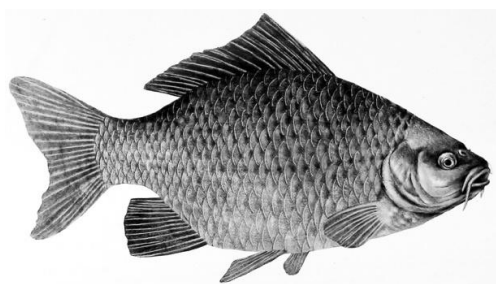
## *Cyprinus carpio*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Água doce.

**Zonas:** 1,2

**Terminologia do perfil:** Sagitifforme.

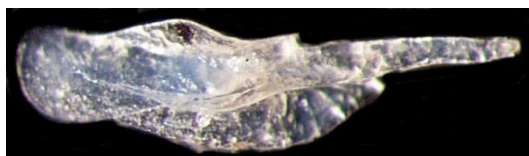


**Otólito Asteriscus**



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *sagitta*:** *Rostrum* e *antirostrum* fundidos e indiferenciados. Face dorsal ligeiramente reta. Face ventral curva e extremamente frágil. Pós *rostrum* delgado e frágil. *Sulcus* central extensivo e sobressalente.



CO: 1404,35µm   LO: 370,14µm   PO: n/r   CP: 5,1cm   PP: 1,340g

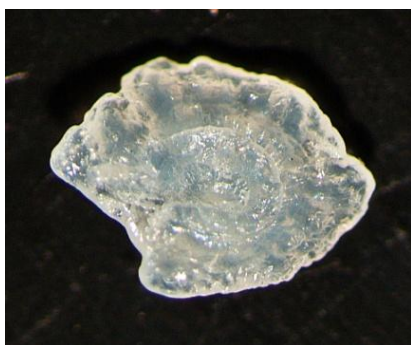
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *asteriscus*:** face dorsal dentada e curva, face ventral lisa e curva. Região posterior ligeiramente arredondada. Rostrum superior diferenciado do antirostrum. Sulcus circular central.



CO: 1393,47 $\mu$ m LO: 1121,31 $\mu$ m PO: n/r CP: 6,2cm PP: 2,742g



CO: 1810,87 $\mu$ m LO: 1345,15 $\mu$ m PO: 0,0008g CP: 8,3cm PP: 7,529g



CO: 1966,90 $\mu$ m LO: 1510,64 $\mu$ m PO: 0,0015g CP: 9,2cm PP: 5,529g



CO: 1966,90 $\mu$ m LO: 1531,91 $\mu$ m PO: 0,0010g CP: 10cm PP: 13,345g



CO: 2085,11 $\mu$ m LO: 1687,94 $\mu$ m PO: 0,0014g CP: 11cm PP: n/r



## Cavala

## *Scomber japonicus*

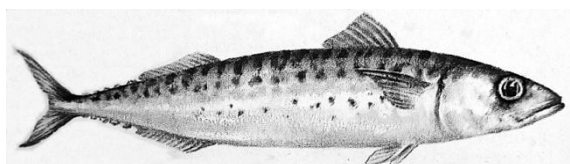
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho

**Terminologia do perfil:**

**Zonas:** 4

Lanceolado.



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal e região posterior ligeiramente dentadas. Face ventral ligeiramente lisa *Rostrum* ventral destacado. *Sulcus* a abrir-se na margem do anti-rostrum.



CO: 3761,90µm LO: 1425,40µm PO: 0,0014g CP: 26cm PP: 122,050g

## Enguia

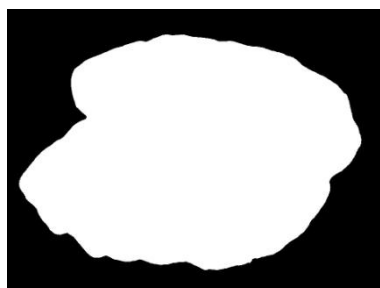
## Anguilla anguilla

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Migradores.

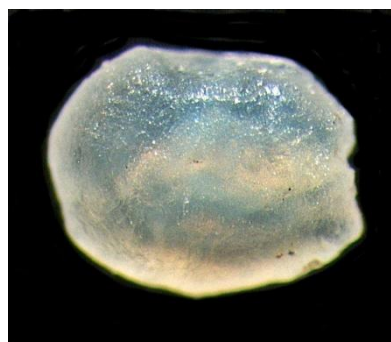
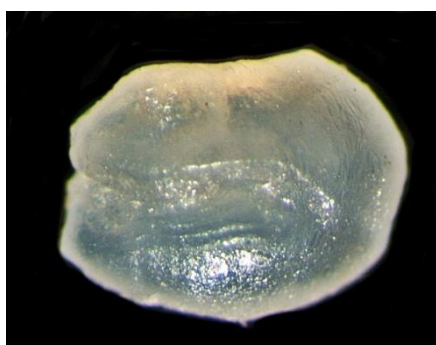
**Zonas:** 1, 2, 3, 4

**Terminologia do perfil:** Paralelogramo obtusângulo.



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal lisa. Face ventral ligeiramente dentada. *Rostrum* diferenciado. *Sulcus* extensivo a abrir-se na margem.



CO: 1094,87µm LO: 856,92µm PO: 0,0006g CP: 13,9cm PP: 3,142g



CO: 1497,18µm LO: 1043,31µm PO: 0,0013g CP: 16,6cm PP: 2,842g



CO: 1427,68 $\mu$ m LO: 1124,42 $\mu$ m PO: 0,0012g CP: 18cm PP: 7,761g



CO: 1869,98 $\mu$ m LO: 1293,14 $\mu$ m PO: 0,0015g CP: 24,5cm PP: 24,764g



CO: 2723,81 $\mu$ m LO: 1866,67 $\mu$ m PO: 0,0039g CP: 38,2cm PP: 70,589g





CO: 4459,33 $\mu$ m LO: 2779,90 $\mu$ m PO: 0,0153g CP: 90cm PP: n/r

## Escalo

## *Squalius carolitertii*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Água doce

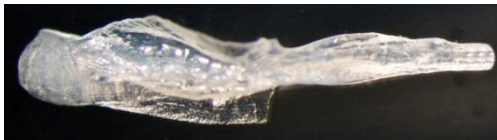
**Terminologia do perfil:** Sagitiforme.

**Zonas:** 1,2



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** *Rostrum* e *antirostrum* fundidos e indiferenciados. Face dorsal ligeiramente reta. Face ventral curva e extremamente frágil. *Posrostrum* delgado e frágil. *Sulcus* central extensivo e sobressalente.



CO: 3771,43µm   LO: 879,37µm   PO: n/r   CP: 22,6cm   PP: 136

## Esgana-Gata

## *Gasterosteus gymnurus*

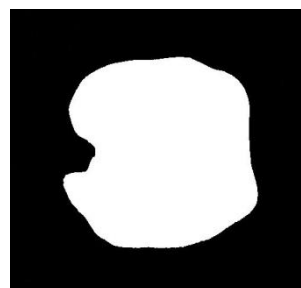
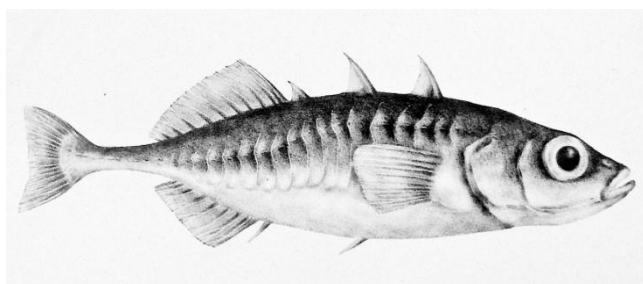
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe de água doce.

**Zonas:** 1, 2, 3

**Terminologia do perfil:**

Quadrado.

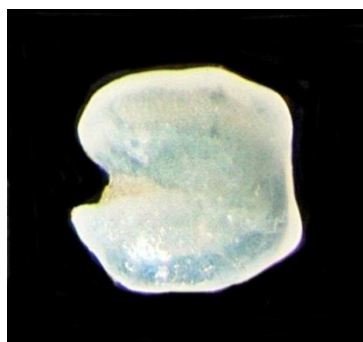


\*\*\*\*\*

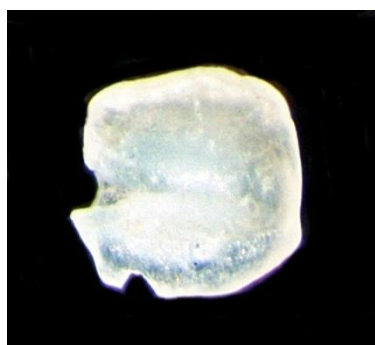
**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal e ventral lisas. *Rostrum* e *antirostrum* equiparados em “3” ou “C” invertido. *Posrostrum* liso e reto. *Sulcus* extensivo a terminar entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 433,90µm LO: 404,35µm PO: n/r CP: 4,5cm PP: n/r



CO: 511,66µm LO: 502,33µm PO: n/r CP: 5,6cm PP: 1,700g



CO: 544,32 $\mu$ m   LO: 538,10 $\mu$ m   PO: n/r   CP: 6,2cm   PP: 1,764g

## Galeota Maior

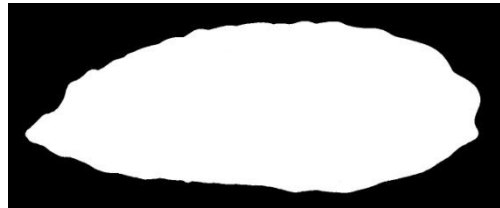
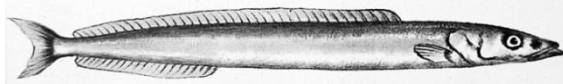
## *Hyperoplus lanceolatus*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Terminologia do perfil:** Lanceolado

**Zonas:** 4, 3



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal e ventral ligeiramente lisas e curvas. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* extensivo a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 5593,30µm   LO: 2129,19µm   PO: 0,0147   CP: 31,5cm   PP: 78g

## Galeota Menor

## *Ammodytes tobianus*

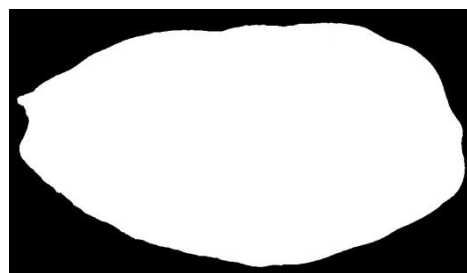
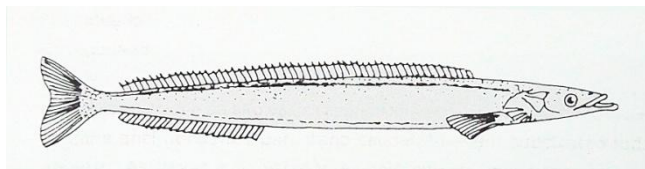
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zonas:** 4, 3.

**Terminologia do perfil:**

Lanceolado

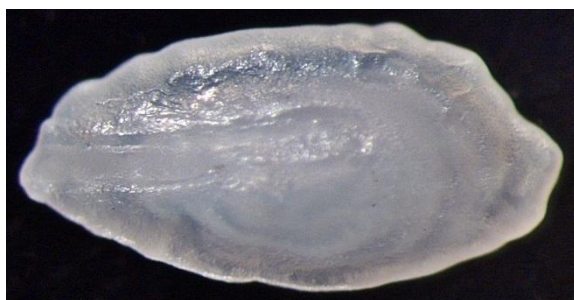


\*\*\*\*\*

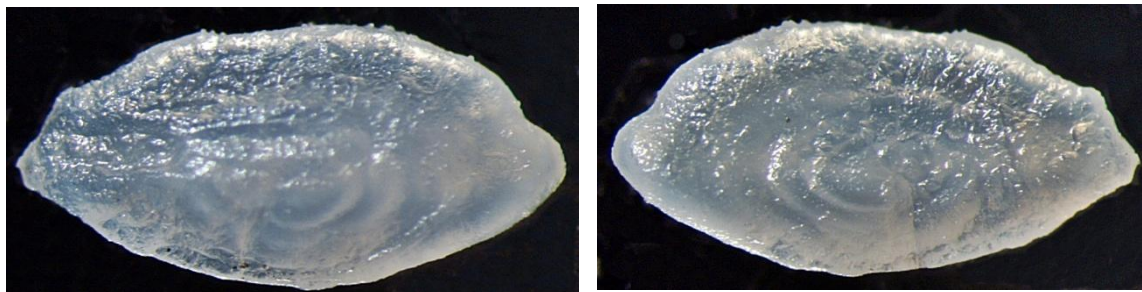
**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal e ventral lisas e curvas. *Rostrum* equiparado ao *antirostrum*. *Sulcus* extensivo a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 2984,13µm LO: 1631,75µm PO: 0,0040 CP: 13,2cm PP: 2,061g



CO: 2617,02µm LO: 1293,14µm PO: n/r CP: 13cm PP: 7,135g



CO: 2923,80 $\mu$ m LO: 1406,34 $\mu$ m PO: n/r CP: 15,5cm PP: 12,296g



## Góbio

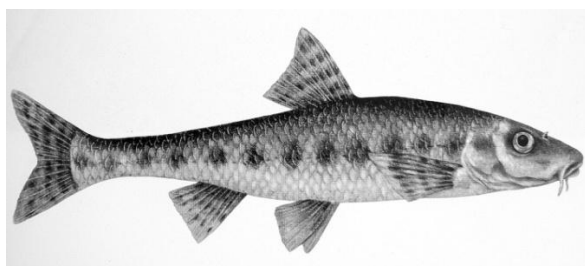
## *Gobio lozanoi*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe de água doce.

**Zonas:** 1, 2

**Terminologia do perfil:** Sagitifforme

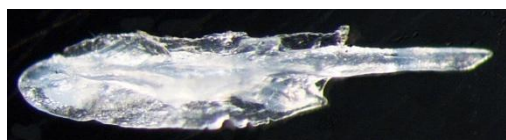


**Otólito *Asteriscus***



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *sagitta*:** Face dorsal ligeiramente reta e frágil. Face ventral curva e frágil. *Rostrum* e *antirostrum* fundidos indiferentes. Região posterior delgada e frágil. *Sulcus* central.



CO: 1954,80µm   LO: 429,38µm   PO: n/r   CP: 6,8cm   PP: 2,703g

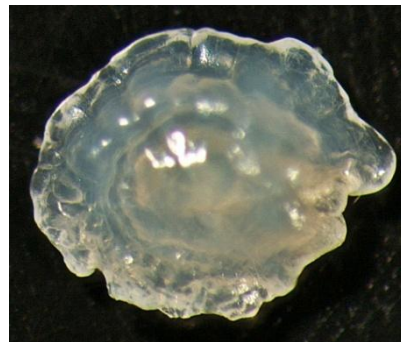
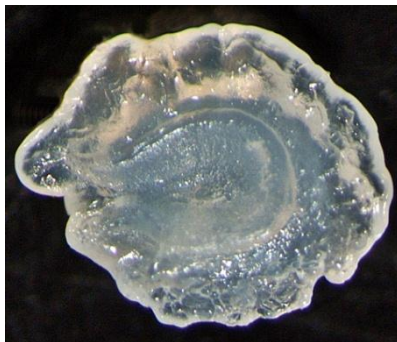




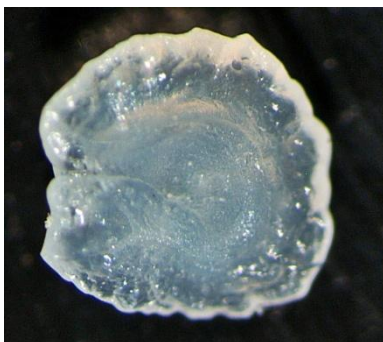
CO: 3412,70 $\mu$ m LO: 587,30 $\mu$ m PO: n/r CP: 13,2cm PP: 23,707g

\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *asteriscus*:** Face dorsal e ventral curvas e ligeiramente lisas. Rostum dorsla diferenciado do antirostrum. Sulcus central isolado da margem.



CO: 1476,46 $\mu$ m LO: 1203,39 $\mu$ m PO: 0,0006g CP: 9,2cm PP: 8,480g



CO: 1399,25 $\mu$ m LO: 1380,41 $\mu$ m PO: 0,0009g CP: 10,6cm PP: 9,449g



CO: 1574,47 $\mu$ m LO: 1453,90 $\mu$ m PO: 0,0010g CP: 12,4cm PP: 20,606g

## Linguado

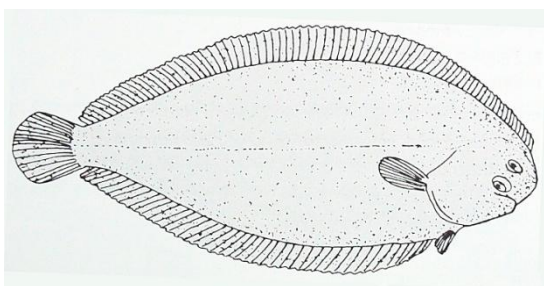
## *Solea solea*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

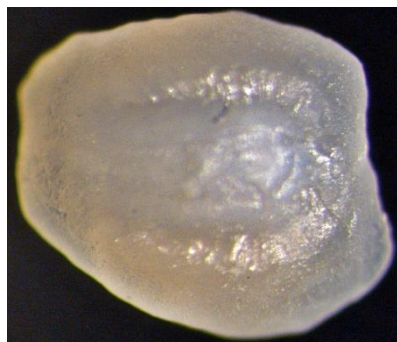
**Terminologia do perfil:** Ogival

**Zona:** 4, 3

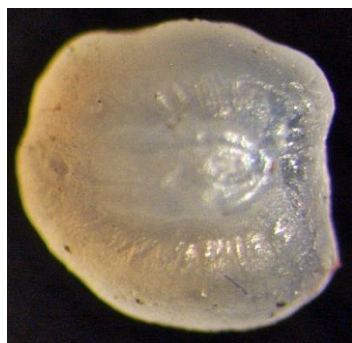


\*\*\*\*\*

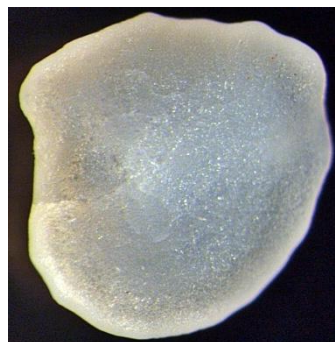
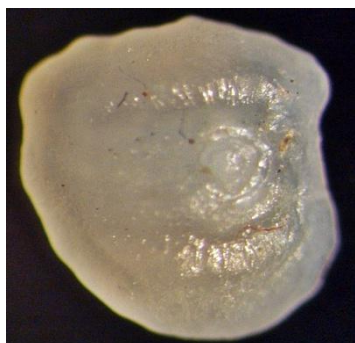
**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal ligeiramente reta e dentada. Face ventral curva e lisa. Região posterior ligeiramente reta. *Rostrum* e *antirostrum* indiferenciados. *Sulcus* isolado e central sem terminar na margem.



CO: 1469,67µm LO: 1286,16µm PO: 0,0015 CP: 7,4cm PP: 2,896g



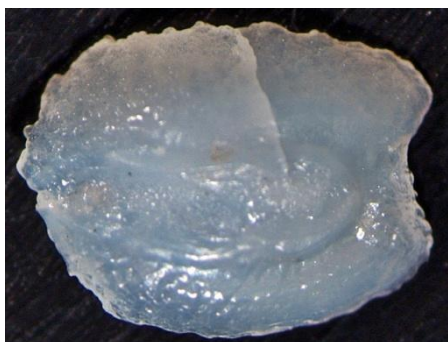
CO: 1174,18µm LO: 1139,97µm PO: 0,0010 CP: 8,2cm PP: 3,910g



CO: 1621,75 $\mu$ m LO: 1638,30 $\mu$ m PO: 0,0019 CP: 10cm PP: 9,323g



CO: 3526,32 $\mu$ m LO: 2794,26 $\mu$ m PO: 0,0115 CP: 18cm PP: n/r



CO: 3703,35 $\mu$ m LO: 2837,32 $\mu$ m PO: 0,0092 CP: 21cm PP: n/r





CO: 5153,11 $\mu$ m LO: 4143,54 $\mu$ m PO: 0,0252 CP: 35,5cm PP: 490g

## Marinha Comum

## *Syngnathus acus*

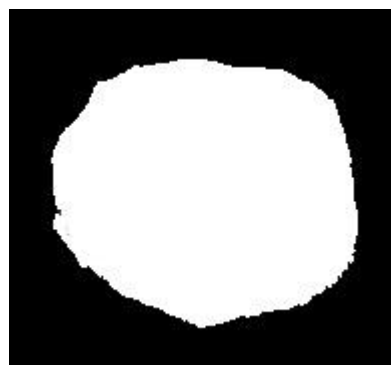
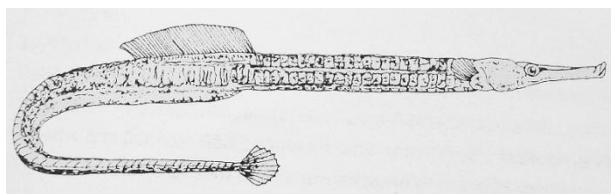
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zona:** 4, 3

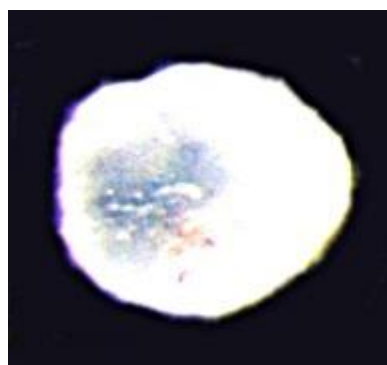
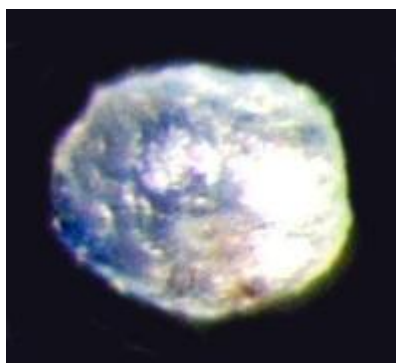
**Terminologia do perfil:**

Elíptico



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal lisa e ligeiramente reta. Face ventral lisa e ligeiramente curva. Região posterior arredondada. *Rostrum* ligeiramente destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central, isolado da margem.



CO: 234,84µm   LO: 195,96µm   PO: n/r   CP: 10cm   PP: 0,304g

## Mugem

## *Liza ramada*

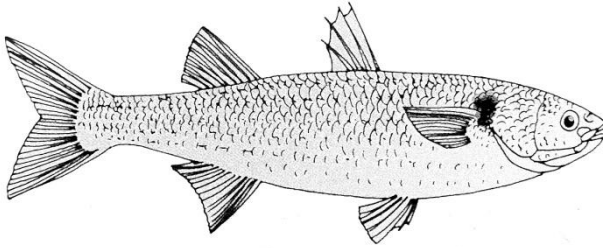
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zona:** 4, 3, 2, 1

**Terminologia do perfil:**

Retangular



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal e ventral reta e dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* ligeiramente destacado do *antirostrum*. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3143,54µm LO: 1703,35µm PO: 0,0030g CP: 8,5cm PP: n/r



CO: 8076,92 $\mu$ m LO: 4163,46 $\mu$ m PO: 0,0543g CP: 30cm PP: n/r



CO: 10896,18 $\mu$ m LO: 5207,71 $\mu$ m PO: 0,1357g CP: 39,7cm PP: 516g



CO: 11902,09 $\mu$ m LO: 6342,66 $\mu$ m PO: 0,1626g CP: 45,5cm PP: n/r



CO: 12292,26 $\mu$ m LO: 6266,14 $\mu$ m PO: 0,2017g CP: 46cm PP: 743g



## Negrão

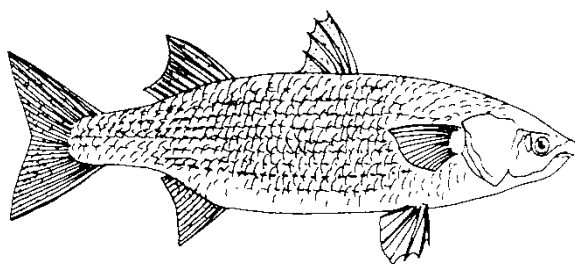
## Chelon labrosus

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Terminologia do perfil:** Retangular

**Zonas:** 4, 3, 2



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal ligeiramente lisa. Face ventral curva e dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* ventral ligeiramente destacado do antirostrum. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e antirostrum.



CO: 7567,31µm LO: 3980,77µm PO: 0,0424g CP: 30,5cm PP: 275,398g



CO: 10012,37 $\mu$ m LO: 5007,98 $\mu$ m PO: 0,0887g CP: 45cm PP: 887g



CO: 11234,81 $\mu$ m LO: 5169,32 $\mu$ m PO: 0,1134g CP: 49,6cm PP: 1.328g

## Peixe Agulha

## *Belone belone*

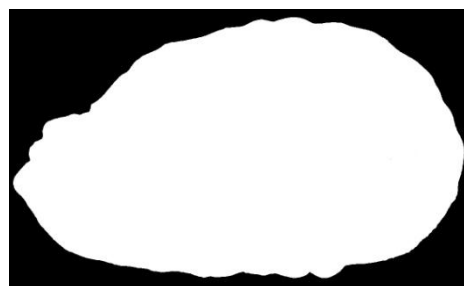
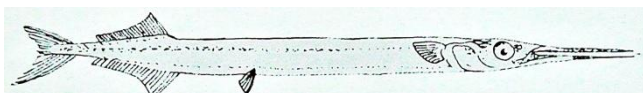
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zonas:** 4, 3

**Terminologia do perfil:**

Lanceolado



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal curva e ligeiramente lisa. Face ventral reta e ligeiramente dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* delgado a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 2058,38µm LO: 1192,09µm PO: n/r CP: 27,3cm PP: 16,531g

## Peixe Aranha

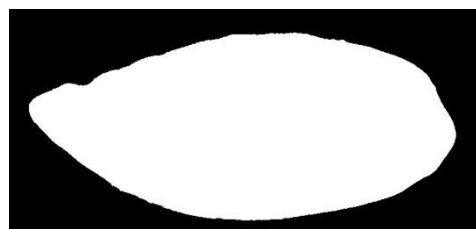
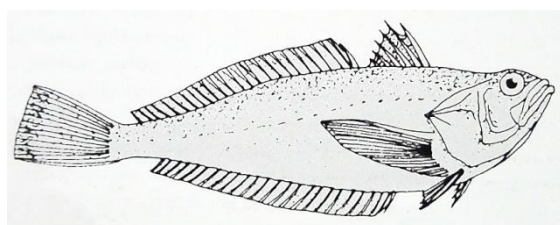
## *Echiichthys vipera*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zonas:** 4, 3

**Terminologia do perfil:** Lanceolado

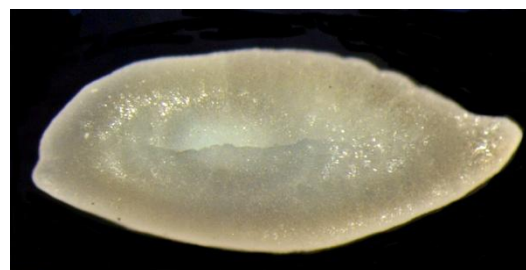


\*\*\*\*\*

Caracterização da face interna do otólito: Faces dorsal e ventral curvas e lisas. Região posterior em bico. Região anterior em bico destacado. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3468,90µm LO: 1531,10µm PO: 0,0050g CP: 7,9cm PP: 3,232g



CO: 4262,97µm LO: 1794,28µm PO: 0,0077g CP: 9,6cm PP: 7,206g





CO: 4598,09 $\mu$ m LO: 1933,01 $\mu$ m PO: 0,0085g CP: 10,3cm PP: 10,975g



CO: 4990,43 $\mu$ m LO: 2090,91 $\mu$ m PO: 0,0123g CP: 11cm PP: 10,455g



CO: 5071,77 $\mu$ m LO: 2186,60 $\mu$ m PO: 0,0149g CP: 12,8cm PP: 23,045

## Peixe Lira

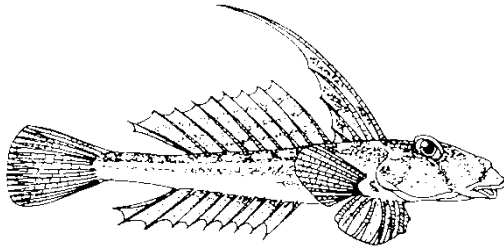
## *Callionymus lyra*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zonas:** 4, 3

**Terminologia do perfil:** Triangular



\*\*\*\*\*

Caracterização da face interna do otólito: Face dorsal bilateral e lisa. Face ventral ligeiramente reta e lisa. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central.



CO: 888,02µm LO: 510,11 µm PO:n/r CP: 4cm PP: 0,394g

## Peixe Mosquito

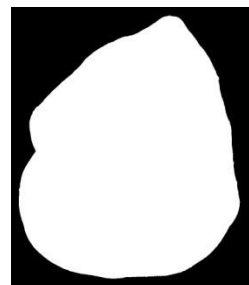
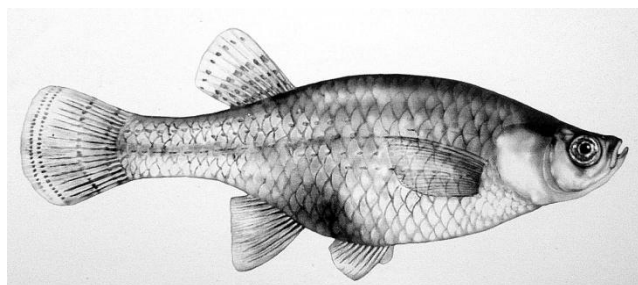
## Gambusia affinis

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Estuarino.

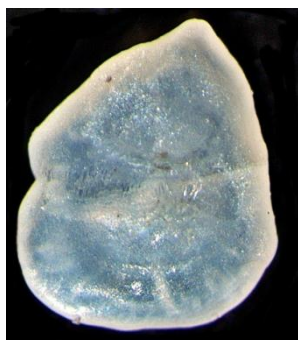
**Zonas:** 3, 2

**Terminologia do perfil:** Oval



\*\*\*\*\*

Caracterização da face interna do otólito: A porção dorso-ventral é maior que porção antero-posterior. Face dorsal pontiaguda, lisa e reta. Região posterior reta e lisa. *Rostrum* e *antirostrum* equiparados. *Sulcus* central a terminar entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 1133,75µm   LO: 1329,70µm   PO: 0,0004g   CP: 4,1cm   PP: n/r



CO: 1248,83 $\mu$ m LO: 1606,53 $\mu$ m PO:0,0012g CP: 5cm PP: n/r



## Peixe Rei (Morca)

## *Atherina boyeri*

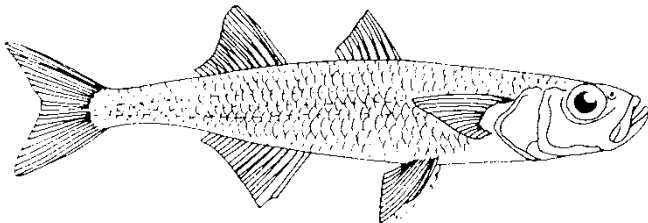
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Estuarino.

**Zonas:** 4, 3, 2

**Terminologia do perfil:**

Elíptico



\*\*\*\*\*

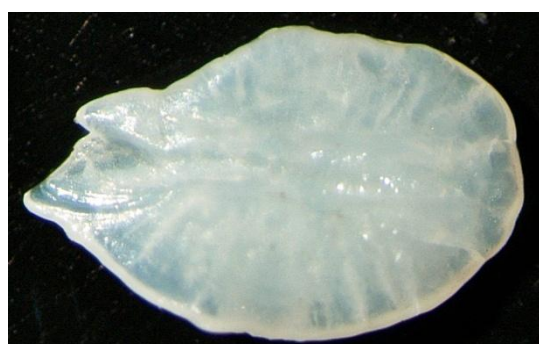
Caracterização da face interna do otólito: Face dorsal curva e dentada. Face ventral curva e ligeiramente lisa. Região posterior arredondada. *Rostrum* destacado do antirostrum. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e antirostrum.



CO: 2205,27µm LO: 1382,30µm PO: 0,0013g CP: 6,5cm PP: 1,502g



CO: 2396,57 $\mu$ m LO: 1587,30 $\mu$ m PO: 0,0017g CP: 7cm PP: 1,925



CO: 2628,57 $\mu$ m LO: 1657,14 $\mu$ m PO: 0,0023g CP: 8cm PP: 2,859



CO: 3095,69 $\mu$ m LO: 1971,29 $\mu$ m PO: 0,0038g CP: 9,2cm PP: 5,180g





CO: 3172,25 $\mu$ m LO: 1942,58 $\mu$ m PO: 0,0044g CP: 9,5cm PP: n/r



CO: 3842,11 $\mu$ m LO: 2846,89 $\mu$ m PO: 0,0086g CP: 11,5cm PP: 9,052g



CO: 4009,57 $\mu$ m LO: 2837,32 $\mu$ m PO: 0,0096g CP: 12,3cm PP: 12,493

## Pimpão

## *Carassius auratus*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Estuarino.

**Zonas:** 4, 3, 2

**Terminologia do perfil:**

Sagitiforme



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal e ventral lisas e frágeis. Região posterior alongada e frágil. *Rostrum* e *antirostrum* fundidos sem distinção. *Sulcus* central e fino.



CO: 3549,21µm LO: 644,44µm PO: n/r CP: 14cm PP: 43g



## Pinta Amarela

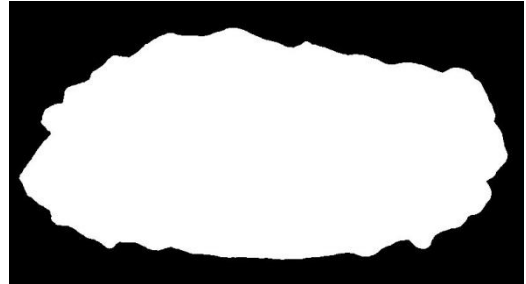
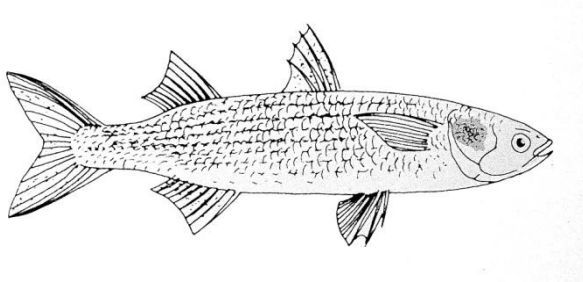
## *Liza aurata*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zonas:** 4, 3

**Terminologia do perfil:** Retangular



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal e ventral ligeiramente retas e dentadas. *Rostrum* ligeiramente destacado do *antirostrum*. *Sulcus* fino e superior a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3650,72µm LO: 1722,49µm PO: 0,0042g CP: 9,2cm PP: 5,688g



CO: 4244,02µm LO: 1952,15 µm PO: 0,0056g CP: 10,3cm PP: 9,215g



CO: 4172,25 $\mu$ m LO: 2287,08 $\mu$ m PO: 0,0066g CP: 11,5cm PP: 9,258g



CO: 4124,40 $\mu$ m LO: 2239,23  $\mu$ m PO: 0,0060g CP: 12,5cm PP: 19,960g



CO: 5394,23 $\mu$ m LO: 2865,38 $\mu$ m PO: 0,0132g CP: 17,5cm PP: 36,920g



CO: 6855,77 $\mu$ m LO: 3596,15 $\mu$ m PO: 0,0283g CP: 27,1cm PP: 164,636g

## Robalo

## *Dicentrarchus labrax*

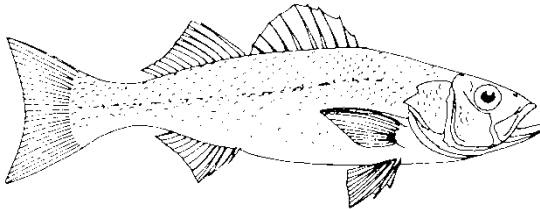
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Zonas:** 4, 3

**Terminologia do perfil:**

Lanceolado



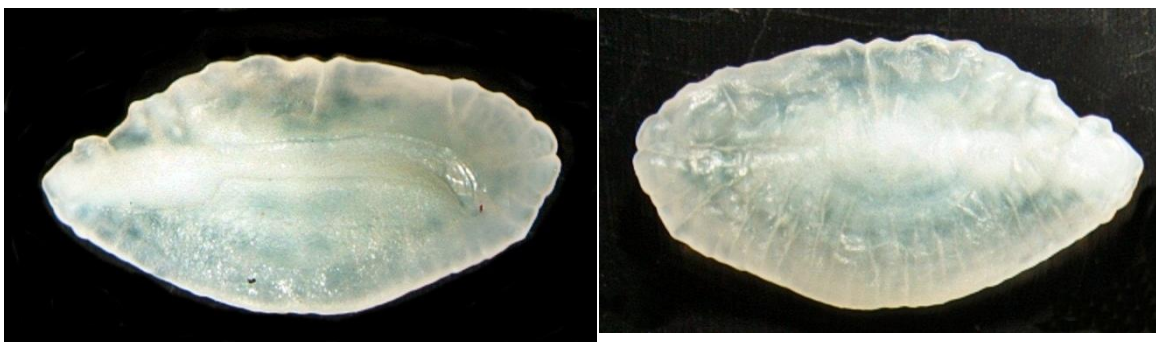
\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal reta e dentada. Face ventral curva e ligeiramente lisa. Região posterior arredondada e dentada. *Rostrum* destacado do antirostrum. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e antirostrum.



CO: 5891,23µm   LO: 3000,00µm   PO: 0,0165g   CP: 14,7cm   PP: 34,287g





CO: 6009,62 $\mu$ m LO: 3038,46 $\mu$ m PO: 0,00183g CP: 15cm PP: 35,222g



CO: 6057,69 $\mu$ m LO: 3125,00 $\mu$ m PO: 0,0198g CP: 16,6cm PP: 43,570g



CO: 7394,23 $\mu$ m LO: 3644,23 $\mu$ m PO: 0,0360g CP: 22cm PP: n/r





CO: 11625,00 $\mu$ m LO: 5394,23 $\mu$ m PO: 0,0878g CP: 31,6cm PP: 295g

## Ruivaco

## *Achondrostoma arcasii*

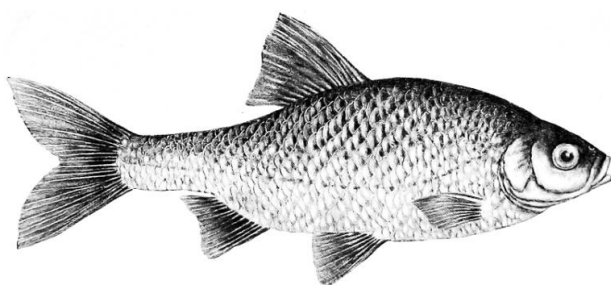
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Peixe de água doce.

**Zonas:** 1,2

**Terminologia do perfil:**

Sagitiforme

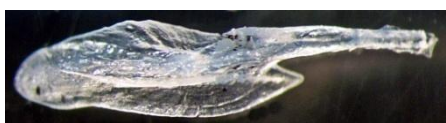


**Otólitos *Asteriscus***



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *sagitta*:** Faces dorsal e ventral retas, lisas e frágeis. Região posterior delgada e frágil. *Rostrum* e *antirostrum* fundidos sem distinção. *Sulcus* central e sobressalente.

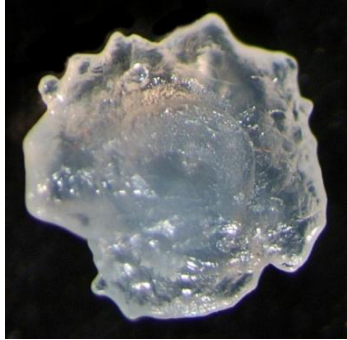


CO: 2425,53µm LO: 569,53µm PO: n/r CP: 11cm PP: 11g

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito *asteriscus*:** Face dorsal e ventral curva e dentada. Região posterior arredondada e curva. Rostrum e antirostrum equiparados sem distinção. Sulcus interno isolado da margem.



CO: 1174,18 $\mu$ m LO: 1149,30 $\mu$ m PO: 0,0008g CP: 8cm PP: 4,357g



CO: 1527,31 $\mu$ m LO: 1627,12 $\mu$ m PO: 0,0009g CP: 9,5cm PP: n/r



CO: 1723,40 $\mu$ m LO: 1628,84 $\mu$ m PO: 0,0010g CP: 10,2cm PP: 11,373g



CO: 1697,40 $\mu$ m LO: 1640,66 $\mu$ m PO: 0,0010g CP: 11,2cm PP: 15,241g



CO: 2030,73 $\mu$ m LO: 2075,65 $\mu$ m PO: 0,0021g CP: 14,2cm PP: n/r



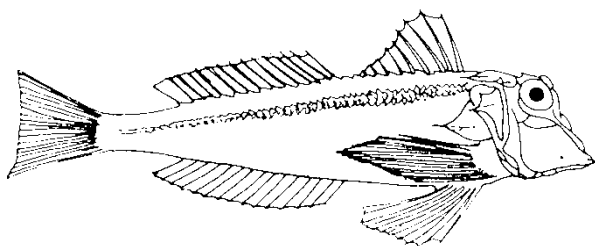
CO: 2698,41 $\mu$ m LO: 2466,67 $\mu$ m PO: 0,0041g CP: 15cm PP: 47,918g

**Ruivo*****Lepidotrigla cavillone***

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista**Zonas:** 4, 3**Terminologia do perfil:**

Triangulares



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal bilateral em triângulo e lisa. Região posterior reta e lisa. *Rostrum* e *antirostrum* equiparados separados por um acentuado “V” lateral (>). *Sulcus* separado em duas partes com um septo no meio.



CO: 6057,69µm   LO: 3125,00µm   PO: 0,0198g   CP: 16,6cm   PP: 43,570g

## Salmão

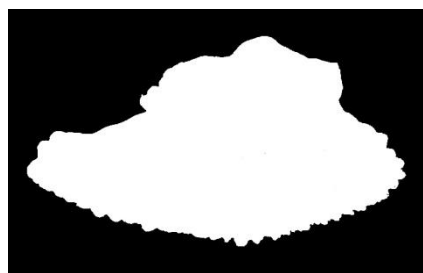
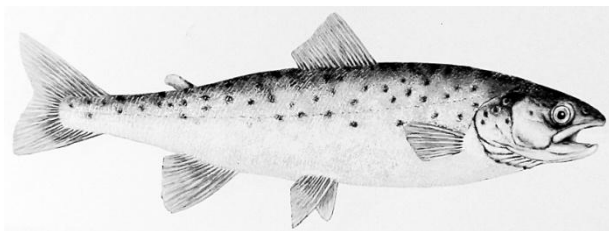
## *Salmo salar*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Migradores.

**Terminologia do perfil:** Triangular

**Zonas:** 4, 3, 2, 1



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal reta e lisa. Face ventral curva e ligeiramente dentada. Região posterior pontiaguda. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 4014,35µm   LO: 2004,78µm   PO: 0,0042g   CP: 26cm   PP: 145,400g





CO: 4679,43 $\mu$ m LO: 2933,44 $\mu$ m PO: 0,0084g CP: 37cm PP: 256g



CO: 6875,00 $\mu$ m LO: 3798,08 $\mu$ m PO: 0,0227g CP: 61,1cm PP: 3.030kg



## Sardinha

## *Sardina plichardus*

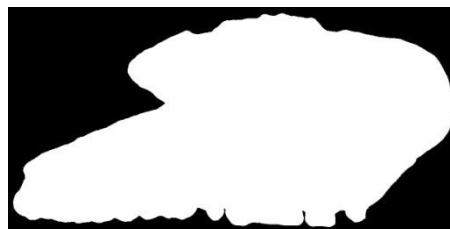
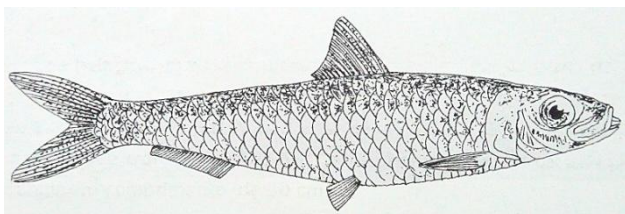
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho

**Zonas:** 4

**Terminologia do perfil:**

Lanceolado



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal ligeiramente curva e lisa. Face ventral reta e dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* ventral destacado do antirostrum. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e antirostrum.



CO: 2031,01µm LO: 1005,65µm PO: n/r CP: 13,4cm PP: 20,718kg



CO: 3663,49µm LO: 1800,00µm PO: 0,0028g CP: 22,4cm PP: 243,095kg



## Sargo

## *Diplodus sargus*

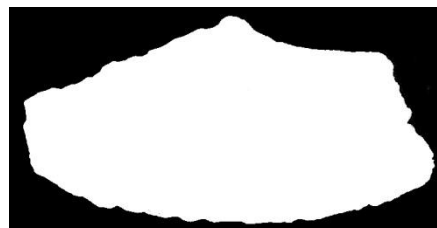
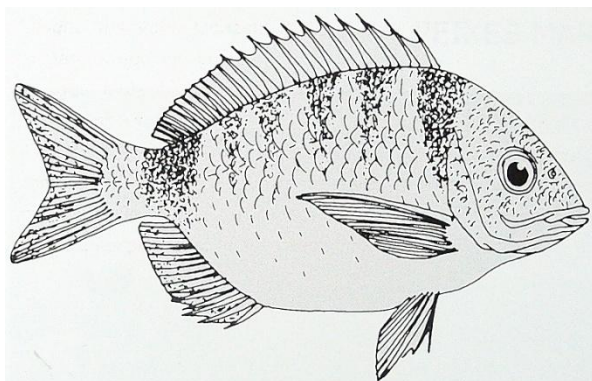
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho

**Zonas:** 4

**Terminologia do perfil:**

Lanceolado



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal diagonal e reta, lisa. Face ventral curva ligeiramente reta. Região posterior diagonal ligeiramente dentrada. *Rostrum* e *antirostrum* equiparados, idiferentes. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO:  $\mu\text{m}$  LO: 1771,43 $\mu\text{m}$  PO: n/r CP: 33cm PP: n/r

## Sável

## Alosa alosa

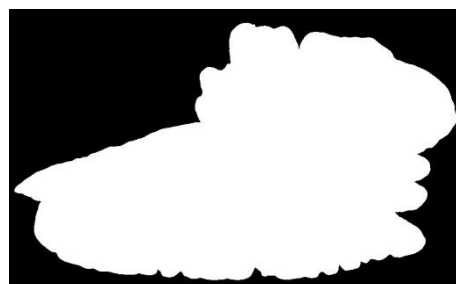
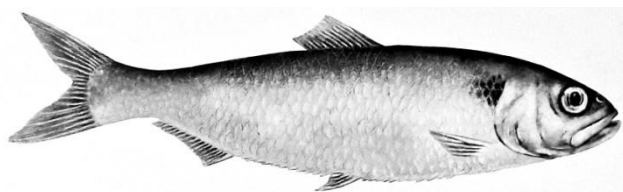
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Migrador.

**Zonas:** 4, 3, 2, 1

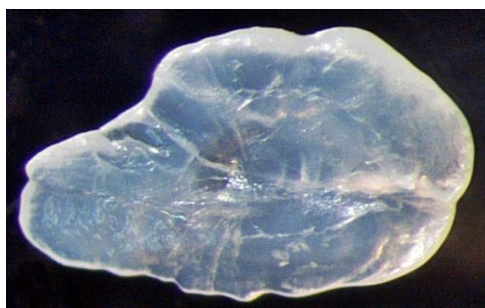
**Terminologia do perfil:**

Lanceolado



\*\*\*\*\*

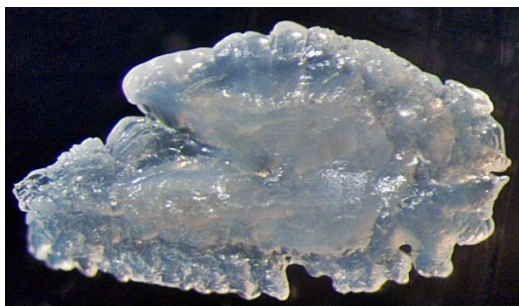
**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal reta ligeiramente dentada. Face ventral reta e dentada. Região posterior dentada. *Rostrum* destacado do antirostrum. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e antirostrum.



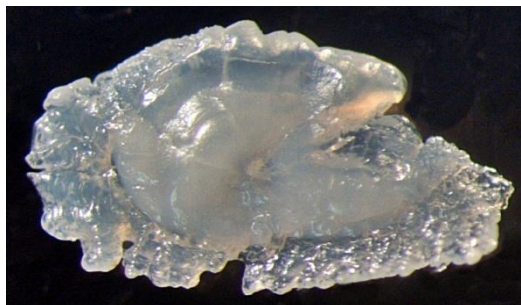
CO: 1139,97µm LO: 682,74µm PO: n/r CP: 5,8cm PP: n/r



CO: 1875,71µm LO: 1065,91µm PO: n/r CP: 11cm PP: n/r



CO: 2151,30 $\mu$ m LO: 1200,95 $\mu$ m PO: n/r CP: 14,1cm PP: n/r



CO: 2380,61 $\mu$ m LO: 1307,33 $\mu$ m PO: n/r CP: 17,8cm PP: n/r



CO: 4354,07 $\mu$ m LO: 2296,65 $\mu$ m PO: n/r CP: 53cm PP: n/r







CO: 4822,97 $\mu$ m LO: 2306,22 $\mu$ m PO: n/r CP: 58cm PP: n/r



CO: 4885,17 $\mu$ m LO: 2382,78 $\mu$ m PO: n/r CP: 64cm PP: n/r



CO: 4358,85 $\mu$ m LO: 2483,25 $\mu$ m PO: n/r CP: 70cm PP: n/r



CO: 4717,70 $\mu$ m LO: 2717,70 $\mu$ m PO: n/r CP: 74,5cm PP: n/r



## Savelha

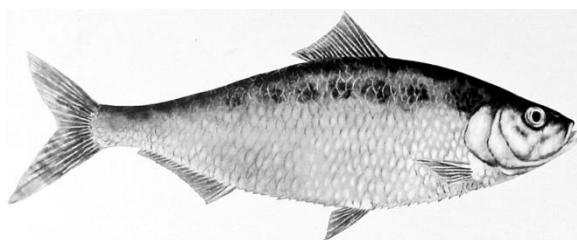
## *Alosa fallax*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Migrador.

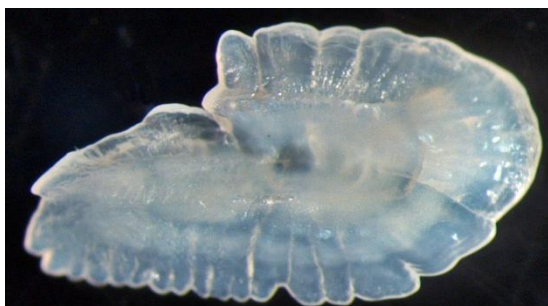
**Terminologia do perfil:** Lanceolado

**Zonas:** 4, 3, 2, 1



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal reta ligeiramente dentada. Face ventral reta e dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3238,10µm   LO: 1771,43µm   PO: n/r   CP: 33cm   PP: n/r

## Serrano

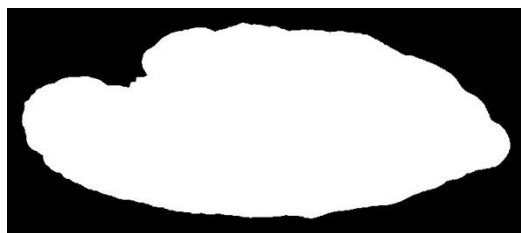
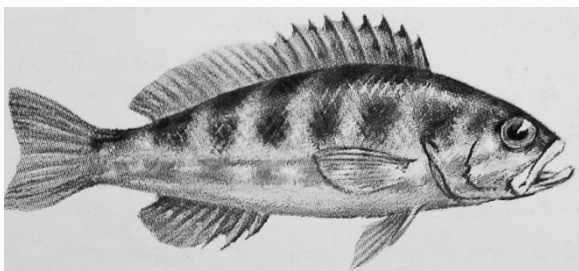
## *Serranus cabrilla*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista

**Terminologia do perfil:** Lanceolado

**Zonas:** 4, 3



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal e ventral curvas e lisas. Região posterior termina em bico. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



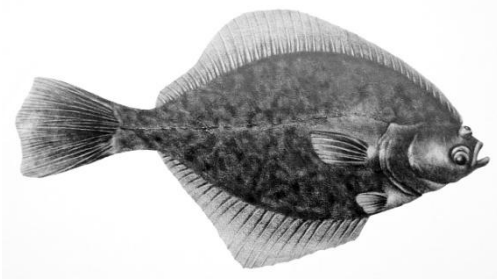
CO: 6750,00µm   LO: 2730,77µm   PO: 0,0175   CP: 21,5cm   PP: 114,808g

## Solha

## *Platichthys flesus*

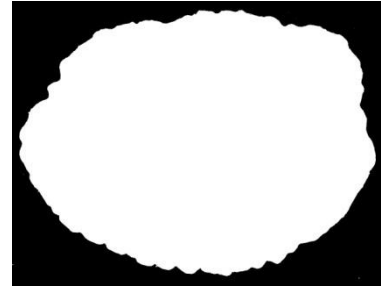
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista. **Zonas:** 4, 3, 2, 1



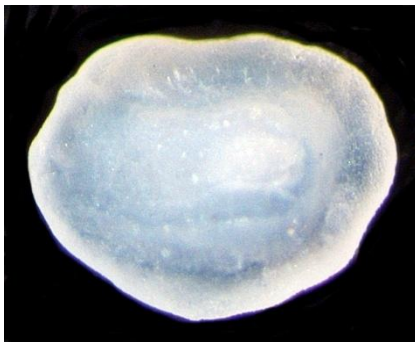
**Terminologia do perfil:**

Elíptico



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal ligeiramente reta lisa ou dentada. Face ventral curva lisa ou dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* ligeiramente destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central isolado da margem.



CO: 1113,73µm LO: 860,03µm PO: n/r CP: 4,5cm PP: n/r





CO: 1696,73 $\mu$ m LO: 113,75 $\mu$ m PO: 0,0009g CP: 6cm PP: n/r



CO: 1974,00 $\mu$ m LO: 1399,53 $\mu$ m PO: 0,0018g CP: 7,5cm PP: n/r



CO: 2530,16 $\mu$ m LO: 1539,68 $\mu$ m PO: 0,0028g CP: 10cm PP: 9,927g



CO: 3110,05 $\mu$ m LO: 1976,08 $\mu$ m PO: 0,0042g CP: 12,5cm PP: n/r



CO: 5033,49 $\mu$ m LO: 3062,20 $\mu$ m PO: 0,0123g CP: 23,5cm PP: n/r



CO: 5574,16 $\mu$ m LO: 4157,89 $\mu$ m PO: 0,0250g CP: 33,7cm PP: n/r



## Tainha Comum

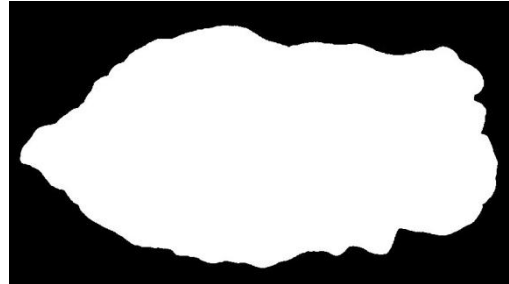
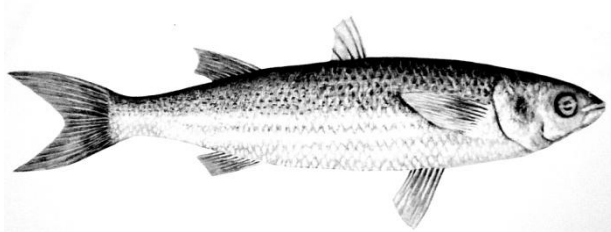
## Mugil cephalus

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Marinho oportunista.

**Terminologia do perfil:** Retangular

**Zonas:** 4, 3, 2



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Faces dorsal reta e dentada. Face ventral curva e dentada. Região posterior arredondada. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* superior a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3315,79µm LO: 1799,04µm PO: 0,0036g CP: 8,4cm PP: 4,100g





CO: 3937,80 $\mu$ m LO: 1990,43 $\mu$ m PO: 0,0060g CP: 10cm PP: n/r



CO: 4119,62 $\mu$ m LO: 2239,23 $\mu$ m PO: 0,0076g CP: 11,8cm PP: 10,794g



CO: 5040,86 $\mu$ m LO: 2313,76 $\mu$ m PO: 00,0090g CP: 14cm PP: n/r

## Tenca

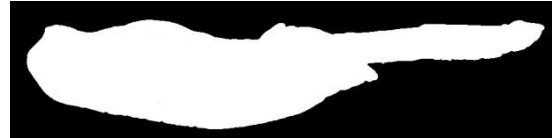
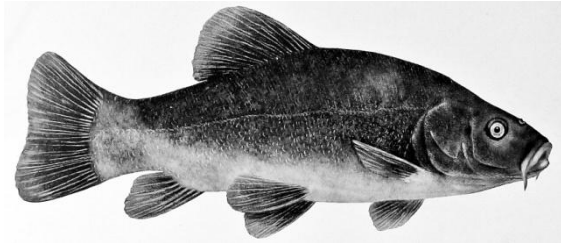
## *Tinca tinca*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Água doce.

**Terminologia do perfil:** Sagitiforme

**Zonas:** 1, 2



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal reta, lisa e frágil. Face ventral curva, lisa e frágil. Região posterior delgada e frágil. *Rostrum* e *antirostrum* fundidos sem distinção. *Sulcus* central, extensivo e profundo.



CO: 4535,89µm   LO: 956,94µm   PO: n/r   CP: 35cm   PP: n/r

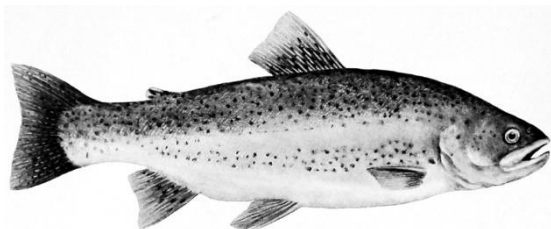
## Truta Arco-Íris

## *Oncorhynchus mykiss*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Água doce.

**Zonas:** 1, 2



**Terminologia do perfil:**

Triangulares



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal bilateral em triângulo e dentada- Face ventral curva e ligeiramente lisa. Região posterior dentada. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3720,63µm LO: 2501,59µm PO: 0,0067g CP: 25,6cm PP: 181,847g



CO: 3374,60µm LO: 2403,17µm PO: 0,0047g CP: 28cm PP: 232,406g



## Truta Fário

## *Salmo trutta fario*

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Água doce

**Terminologia do perfil:** Triangular

**Zona:** 1, 2



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal curva e lisa. Face ventral curva e lisa. Região posterior cavada. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 3052,63µm   LO: 1727,27µm   PO: 0,0024g   CP: 16,5cm   PP: 38,317g



CO: 3326,98µm   LO: 1911,11µm   PO: 0,0033g   CP: 19,2cm   PP: 66,607g





CO: 4149,02 $\mu$ m LO: 2434,01 $\mu$ m PO: 0,0067g CP: 21,4cm PP: 99,718g



CO: 5480,77 $\mu$ m LO: 3038,46 $\mu$ m PO: 0,0122g CP: 41,7cm PP: 831g



CO: 5631,58 $\mu$ m LO: 3248,80 $\mu$ m PO: 0,0110g CP: 50,7cm PP: 1.361kg

# Truta Marisca

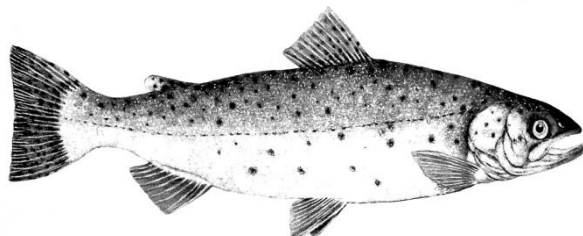
## Salmo trutta trutta

\*\*\*\*\*

**Habitat:** Migrador

**Terminologia do perfil:** Triangular

**Zonas:** 4, 3, 2, 1



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal bilateral em triângulo ligeiramente dentada. Face ventral curva ligeiramente dentada. Região posterior cavada. *Rostrum* destacado do *antirostrum*. *Sulcus* central a terminar na margem entre *rostrum* e *antirostrum*.



CO: 5031,51µm LO: 2915,60µm PO: 0,0099g CP: 38cm PP: n/r



CO: 5594,42µm LO: 2971,30µm PO: 0,0111g CP: 42cm PP: n/r

## Verdemã

## *Cobitis paludica*

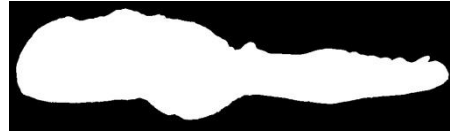
\*\*\*\*\*

**Habitat:** Migrador

**Zonas:** 4, 3, 2, 1

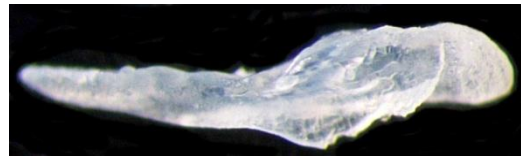
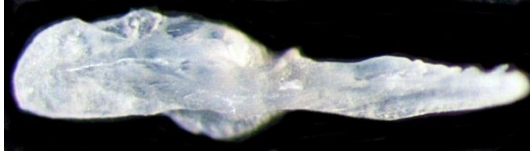
**Terminologia do perfil:**

Claviforme



\*\*\*\*\*

**Caracterização da face interna do otólito:** Face dorsal curva, lisa e frágil. Face ventral reta, lisa e frágil. Região posterior delgada e frágil. *Rostrum* e *antirostrum* fundidos sem distinção. *Sulcus* central.



CO: 1407,07µm   LO: 345,26µm   PO: n/r   CP: 11,7cm   PP: n/r

## 4. Discussão

Somente realizar uma bibliografia visual referente às morfologias dos otólitos *sagitta* e as espécies de peixes que estes correspondem, pode não traduzir a ECOLOGIA associativista no seu mais profundo significado de inter-ligações faunísticas dentro de todas as dinâmicas naturais equilibradas ocorridas no meio ambiente.

Por isso, a "básica e complexa" noção de cadeia trófica existente no limnológico ecossistema do Rio Minho deverá ser discutida com ênfase, de acordo com os reais e potenciais acontecimentos de predação sobre peixes. Dentre os animais ictiófagos, além de mamíferos como a Lontra (*Lutra lutra*) e aves como o Corvo Marinho (*Phalacrocorax carbo*), estão também peixes carnívoros, como: Achigã (*Micropterus salmoides*), Salmão (*Salmo salar*), Trutas Fário e Marisca (*Salmo trutta*), Enguia (*Anguilla anguilla*), entre outros carnívoros.

Esta discussão querará usar o atual Atlas informativo para envolver comparações de otólitos integrais (extraídos *in vivo*) e otólitos com certos níveis de corrosão gástrica (sem elevada modificação de sua morfologia original), encontrados em conteúdos estomacais de predadores ictiófagos, baseado em trabalhos ornitológicos.

Baseando em trabalhos de Leopold (1998); Dias (2012) e Dias *et al* (2012), quando dedicaram aos estudos da dieta de um predador "aéreo" e migrador, o Corvo Marinho, estes conduziram análises em pellets (resto alimentar não digerido e posteriormente regurgitado), com intuito de encontrarem indícios de peças rijas mais ou menos intáctas como primeira sugestão de presas alimentadas pelos corvos. Isto inclui peças densas como otólitos – não digeridos completamente – pertencentes a peixes de pequeno, médio ou grande porte.

Com isso podemos focar 3 questões que interligam investigações sobre ecologia trófica, inclusive esta em tese, primariamente ictiológica.

### 1) Fatores e graus de corrosão e desfragmentação do otólito:

Qual o tempo de digestão no estômago da ave? Qual o pH aproximado do suco gástrico da ave? A altura da queda do "bolo regurgitado" pode danificar mais o otólito? As respostas exatas só nos darão parte da noção completa deste processo alimentar. Contudo é de se afirmar que:

(\*) A acidez do suco gástrico reagente sobre células e tecidos moles como tecido conjuntivo, por exemplo, tem "1.000X" maior poder de desfragmentação, isto é, alteração de estruturas membranosas e citoplasmáticas (organelas), comparado à ação do ácido gástrico sobre células rijas como peças e tecidos ósseos e biominerais, mais compactos e de natureza calcificada. Isto comprova claramente a possibilidade

de se poder encontrar peças rijas mais ou menos integrais em meio a regurgitados ou pellets pelos Corvos Marinheiros.

(\*\*) Sobre o estado físico e morfológico do otólito - após estes terem sido encontrados em um bolo regurgitado - temos de levar em consideração o tamanho do otólito encontrado em busca da referência do tamanho do otólito natural. Isto porque, ao analisar a peça corroída, esta pode ter sofrido ação de desgaste muito significativa a ponto de ter sido alterada mais de 50% da sua provável morfologia real, o que dará poucas chances para identificar a família e menos ainda, a espécie do peixe predado a qual o otólito em questão pertence. Contudo, o otólito pode ter sofrido uma ação pouco significativa consoante ao tempo, potencialidade da sua robustez, morfologia, entre outras variáveis. Neste caso, mesmo que o otólito esteja corroído a ponto de ainda ser associado ao modelo do perfil representativo de famílias e espécies, assumimos que este método de identificação de presas é eficaz, até ao ponto de trabalharmos comparações morfológicas de otólios corroídos com otólitos integrais e ainda, cruzarmos com dados biométricos (dados dos peixes), a fim de estimar até, o tamanho e o peso dos indivíduos que o otólito corroído correspondia.

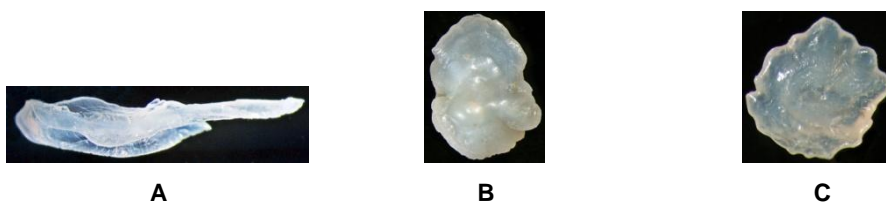
(\*\*\*) É evidente que se uma ave dispensa um material orgânico de uma altura arbórea considerável, com o efeito da gravidade + aceleração + valor das massas materiais fragilizadas (corroídas), quando ocorre o impacto no solo, as peças que ainda se encontravam compactas poderão sofrer uma segunda alteração física bruta tal como ocorrido com uma peça vítrea.

## **2) Fragilidade dos *sagittae* da família *ciprinidae* e *cobitidae*:**

É notável que as espécies da família *Ciprinidae*, (boga, barbo, carpa, pimpão, ruivaco, góbio, tenca, escaló) e da família *Cobitidae* (verdemã), possuem otólitos *sagittae* classificados com terminologia dos perfis como sagitifórmes e clavifórmes respectivamente. Este aspecto morfológico faz valer o significado em português do latim *sagitta*=seta.

São otólitos muito delgados na região posterior, extremamente frágeis nas faces dorsal e ventral. Isto remete a ideia que será mais fácil encontrar um *asteriscus* ou um *lapillus* em meio às pellets das aves, ainda que danificados, partidos e com alto grau de corrosão do que encontrar que sejam duas partes de um *sagitta* destas duas famílias.

A ilustração seguinte serve para comparar a grande diferença estrutural a nível de pouca robustez da peça sensorial *sagitta* (A) com a maior robustez do *lapillus* (B) e *asteriscus* (C) de uma Tenca (*Tinca tinca*) da família *Ciprinidae*, fazendo-nos imaginar o estado final de tais peças após a ação corrosiva no estômago de uma ave, além do movimento do bolo rejeitado e a queda da pellete no solo.



### 3) Comparações de otólitos corroídos com otólitos originais:

Este terceiro tema complementa e finaliza as duas primeiras questões apresentadas acima. Partindo do princípio que, se o pesquisador encontrar otólitos corroídos, supostamente integrais em pellets - sem saber de que espécie e família pertencem, bem como o tamanho e o peso dos indivíduo predados - poderá comparar o perfil morfológico da peça encontrada com os modelos de perfis representados neste Atlas, e chegar a respostas referentes às espécies e famílias correspondentes. Por isso é que este trabalho pode auxiliar a identificação de variadas peças distintas - se for o caso de as encontrar -, que poderão ser associadas à variedade da dieta do predador. Ou seja, há casos que os otólitos corroídos mantêm a forma bruta do perfil (silhueta) a ponto de comparar com o perfil de otólitos modelos de espécies, e mais, estimar o tamanho do indivíduo predado aquando comparações dos dados métricos do otólito intácto e os dados métricos do otólito corroído.

Seguem-se dois exemplos práticos de comparações entre otólitos corroídos e otólitos originais, que quase de súbito é possível associar o seu perfil latero-medial com a espécie provavelmente correspondente. Logo, ainda, estimar o tamanho do indivíduo predado após medir o otólito corroído e compara-lo com as medidas dos otólitos originais. É indispensável levar em consideração - como mencionado na primeira questão - que o otólito corroído sofre desgastes de graus e fatores variáveis (tempo em contato com a substância corrosiva, pH do suco gástrico do predador, tamanho, frigidez, robustez e morfologia do otólito; etc). Além do mais será melhor estimar o tamanho do peixe do otólito corroído se as medidas deste se basearem entre medições de otólitos originais, ou seja, entre dados de otólitos originais com medidas abaixo e acima. Por isso, as expressões gráficas e linhas de tendência contidas neste trabalho poderão auxiliar a obtenção de respostas estimadas do gênero: tamanho do otólito corroído e consequentemente biomassa do peixe pertencente, energia consumida e absorvida pelo predador nos estudos mais especializados da ornitologia.



Exemplo 1 (Fig. 31 e 32). Exemplo 2 (Fig. 33 e 34): Otólitos direitos (figura central indicada com uma tarja vertical) face interna de uma solha (1) e enguia (2), encontrados em pellets de Corvos Marinhos, pré-identificados e cedidos pela bióloga Ester Dias, de trabalhos realizados em 2007, no estuário do Rio Minho para sua tese de mestrado. (1º) O otólito foi fotografado e medido para comparar sua morfologia do perfil com o perfil padrão da espécie pertencente. (2ª) comparar sua medição de comprimento (antero-posterior) e largura (dorso-ventral) com a de dois otólitos otólitos originais, um com medidas menores e outro com medidas maiores. Estes últimos já referenciados com dados biométricos dos peixes correspondentes. O gráfico a seguir ao quadro ilustrativo serviu para indicar o estimado tamanho do animal a qual pertence o otólito encontrado, baseado na linha de tendência realizada para a espécie Solha com a fórmula:


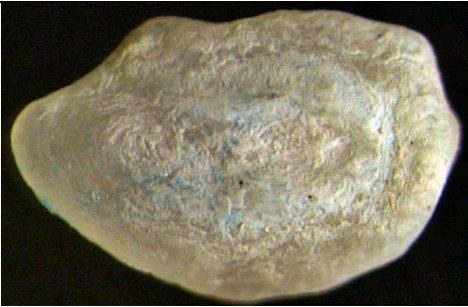

	<p>CO: 1974,00 LO: 1399,53 CP: 7,5 cm PP: n/r</p>
	<p>CO: 2295,51µm LO: 1487,00µm CP: ? &gt; PP: ? &gt;</p>
	<p>CO: 2530,16µm LO: 1539,68µm CP: 10 cm PP: 9,927g</p>

Fig. 31 – Exemplo 1. Imagem central: otólito de solha corroído. Fotos dos extremos: otólitos trabalhados. Semelhança do perfil.

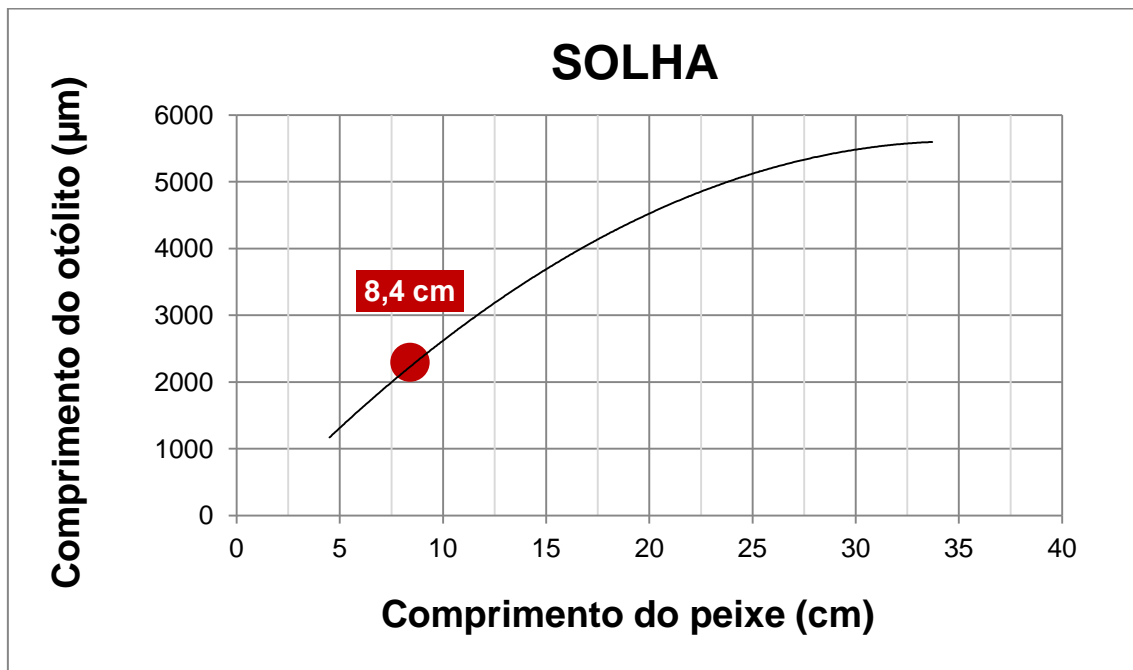


Fig. 32 - Exemplo 1. Gráfico indicativo do estimado tamanho do peixe referente ao tamanho do otólito cedido.

## EXEMPLO 2




	<p>CO: 2723,81<math>\mu\text{m}</math>  LO: 1866,67<math>\mu\text{m}</math>  CP: 38cm  PP: 70,589g</p>
	<p>CO: 3044,44<math>\mu\text{m}</math>  LO: 2209,52<math>\mu\text{m}</math>  CP: ? &gt; 44  PP: ? &gt;</p>
	<p>CO: 4459,33  LO: 2779,90  CP: 90 cm  PP: n/r</p>

Fig. 33 – Exemplo 2. Imagem central: otólito de enguia corroído. Fotos dos extremos: otólitos trabalhados. Semelhança do perfil.

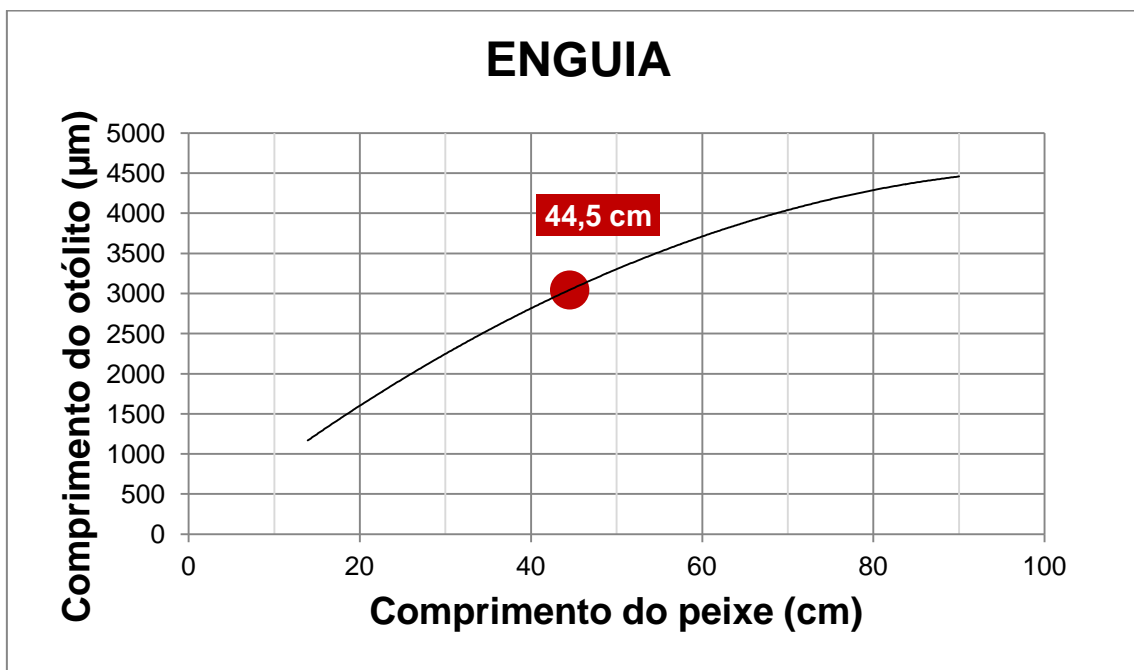


Fig. 34 - Exemplo 2. Gráfico indicativo do estimado tamanho do peixe referente ao tamanho do otólito de enguia cedido.

## 5. Considerações finais

### 5.1. Explicação

Frente a complexa e tridimensional diversidade morfológica dos “ossículos do ouvido” (Klein XVIII), atualmente descrita por muitos autores como peças densas, compostas de aragonite depositada sobre uma matriz proteica, situadas no labirinto dos peixes ósseos com função de orientação de sentidos auditivos e estudadas em vastos ramos científicos, é evidente a necessidade de definir um rumo antecedente de questionamentos teóricos para se chegar a respostas práticas presentes. No decorrer do trabalho foi possível justificar a intenção da formação acadêmica e a necessidade de investigação sobre os otólitos, tais como: respostas do cruzamento de dados biométricos e morfométricos como amostra de desenvolvimento vital das populações e elaboração de um guia visual auxiliar a trabalhos vindouros de ecologia alimentar.

### 5.2 Perícia da extração

É importante levar em consideração questões de domínio e habilidade sobre repetitivas decapitações e aberturas de caixas cranianas onde estão conjugados os otólitos no labirinto do ouvido interno, para serem extraídos e sequencialmente analisados.

Neste caso a perspectiva do pesquisador sobre o manuseio da cabeça e a técnica utilizada para abertura e extração dos otólitos, foi em verdade invertida ao original posicionamento de orientação simétrica corporal do animal. Isto porque – como mencionado em material e métodos – após a dilaceração, a cabeça é posta com a parte anterior (boca) voltado para frente e o dorso (topo da cabeça) voltado para a bancada invertendo a correspondência simétrica bilateral (direito e esquerdo) no campo de observação sobre todos os itens da cabeça. Por exemplo: Uma cabeça invertida – posicionada da seguinte forma descrita – mostrará o otólito direito original na banda esquerda da cabeça e o otólito esquerdo no lado direito do campo de observação do pesquisador.

Por isso é importante expressar esta simples consideração de perícia atenciosa quando no ato do trabalho um otólito extraído é correspondido em prima ao lado correto a qual pertence, independente do lado que foi extraído.

### **5.3 Análise diferencial sobre comparação de otólitos do mesmo gênero**

No decorrer do trabalho foi possível constatar como a importância das características dos perfis dos otólitos *sagitta* são eficientes para comparar o diferencial morfológico entre espécies do mesmo gênero, e servirem como ferramenta de identificação taxinômica primária, secundária ou terciária, variável entre espécies.

Somente o esforço de análises corporais indicativas (barbatanas, raios, olhos, linha lateral, escamas, comprimento, etc) sobre indivíduos aparentemente da mesma espécie, pode não ser suficiente para classificá-lo dentro do grupo. Se bem que, vale comentar, que na biologia moderna atual, as classificações taxinômicas são possíveis de serem definidas a(ao) nível de análises do material genético (DNA).

Contudo, este Atlas de Otólitos pretende ser um potencial guia de identificação a trabalhos de ecologia alimentar e as relações do peixe como presa e os otólitos como conteúdos integrais estomacais e fecais de predadores diversos, isto quando não desfragmentados. Sobre este assunto (otólito integral e corroído) caberá levantar ainda nas considerações finais, questões esquemáticas, teóricas e pertinentes envolvendo os otólitos *sagitta*.

Baseado nas espécies trabalhadas, existem três gêneros com espécies distintas e otólitos ligeiramente também distintos, como bem confirma a exposição das imagens fotográficas – se comparadas – do Atlas. São: Gênero *Salmo* (3 espécies, salmão e

trutas fário e marisca); gênero *Pomatoschistus* (4 espécies que receberam o comum nome Caboz); e o gênero *Alosa* (Sável e Savelha).

No primeiro caso, gênero *Salmo*, por mais que haja semelhança entre indivíduos formados, ainda existem notáveis diferenças indicativas como pigmentação, manchas, escamas, entre outras características anatômicas externas que facilmente diferem um Salmão de um Truta Fário e esta de uma Truta Marisca. Contudo para os gêneros *Pomatoschistus* e *Alosa*, com análise dos otólitos pode ser tão ou mais fácil diferenciar uma espécie da outra, quando no mesmo gênero.

### 5.3.1 Caso Caboz

O Guia ilustrado dos peixes do Rio Minho produzido por Antunes & Rodrigues (2004) apresenta 4 espécies de Caboz inseridos no mesmo gênero, e difere a princípio estas espécies através dimorfismos anatômicos externos minimamente expressivos bem como diferenciação de tamanhos máximos atingido por cada espécie.

Pelo fato de ter manuseado um grande número de indivíduos do gênero *Pomatoschistus*, sem prévia distinção das espécies de acordo com as respectivas referências biométricas (CtP) e anatômicas externas que poderiam distingui-las, e, assumindo todos como sendo Caboz “comum” (*P. microps*), o que se seguiu foi que no momento das análises fotográficas dos otólitos correspondentes aos indivíduos extraídos com sucesso, foram notadas fundamentais diferenças no perfil desses otólitos analisados. Através de periódicas consultas à literatura de Assis (2004), e re-análises das imagens, chegou-se a confirmação de se tratar de pelo menos três espécies distintas dentro das quatro que existem neste mesmo gênero.

O caso aqui exposto não tem mera intenção de realçar um erro no método de trabalho sobre estas espécies quase idênticas morfológicamente, mas sim reforçar tais importâncias de análises do *sagitta* e sua morfologia associada à espécie nas definições taxinômicas.

E como demonstra o esquema da figura 35, a correspondência do tamanho máximo dos indivíduos trabalhados associa-se aos tamanhos definidos para espécie mais o morfologia do perfil medial do otólito significativo.

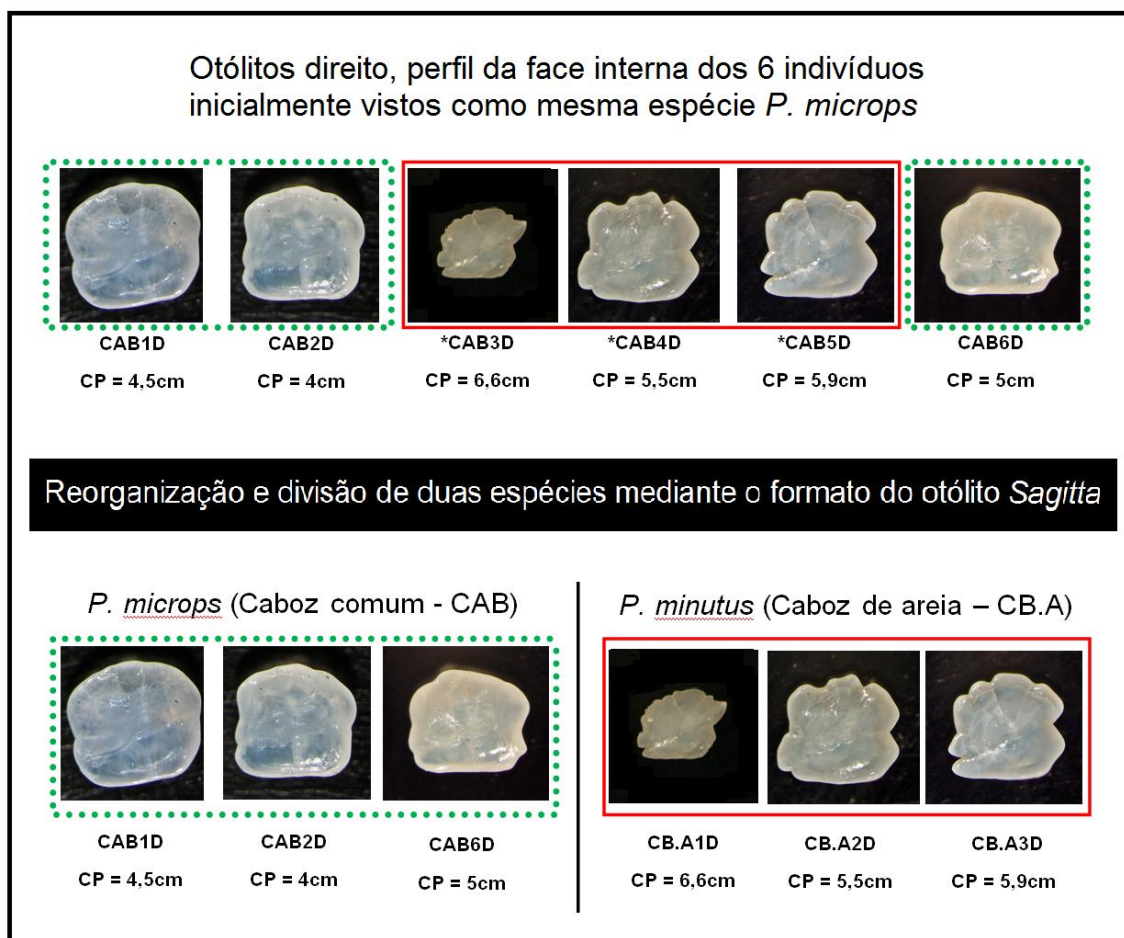


Fig. 35- ESQUEMA: Cabozes identificados através de análises visuais da face dorsal dos otólitos

## 5.4 Respostas gerais e curiosidades do trabalho

São apresentadas respostas referentes à quantidade de indivíduos de peixes trabalhados, o menor peixe (espécie), o maior peixe (espécie), a quantidade de otólitos trabalhados, o menor e a maior otólito com correspondência de sua espécie.

- \* Foram trabalhados 172 indivíduos de peixes
- \* Os menores peixes possuíam 4 cm e foram das espécies Caboz Comum (*Pomatoschistus microps*) e Peixe Lira (*Callionymus lyra*)
- \* O maior peixe foi uma Enguia (*Anguilla anguilla*) com 90cm
- \* Foram trabalhados 232 otólitos (direito e esquerdo)
- \* O menor otólito possui 234,84  $\mu\text{m}$  e pertence a Marinha Comum (*Syngnathus acus*) de 10 cm
- \* O maior otólito possui 12427,07  $\mu\text{m}$  - e pertence ao Mugem (*Liza ramada*) de 46 cm.



## 5.5 Interrogações sobre estudos de otólitos e a complexa relação entre predadores ictiófagos e presas em ecossistemas limnológicos.

As questões a seguir são apresentadas para salientar novamente o quão complexo e diverso é a rotineira dinâmica da biologia num todo (do grego *βίος* - *bios* = vida e *λογος* - *logos* = estudo), durante o tempo de atividades de todos os itens materiais orgânicos, inorgânicos, sólidos, líquidos, internos e até externos, como é o caso da biodiversidade, fisiologias e anatomias, temperaturas, concentrações químicas até o próprio instinto da vida em qualquer ecossistema.

Ao chegar ao fim do trabalho podemos convencer os primeiros avaliadores que este tratou-se de uma experiência dedicada que descobriu algumas respostas que contribuirão com o rumo da ciência, iniciada talvez nos "primeiros passos dos primatas hominídeos". Mas, mesmo que tenhamos capacidades de responder quaisquer questões objetivas e diretas, tenho por opinião própria que não chegamos perto da verdadeira essência misteriosa da vida consoante ao tempo, justamente pelo fato de a vida surgir, desaparecer, conjugar, desfragmentar e transformar-se no segundo do tempo presente.

- Uma vez que a matriz proteica dos otólitos recebe periodicamente aragonite a ponto de ser vista como um núcleo cristalizado, podemos afirmar tratar-se de um fóssil espontâneo e minúsculo?
- Uma vez sabido com detalhes das propriedades desta matriz proteica que “atrai” naturalmente aragonite, seria possível reproduzir uma grande quantidade desta proteína com novas técnicas biotecnológicas e aplicar suas ações para fins de benefício humano? Por exemplo, para o enriquecimento e fortificação de estruturas ósseas?
- Qual a média do pH do suco gástrico no estômago das diferentes espécies de predadores? (peixes, mamíferos, aves)
- Qual o tempo médio de digestão dos predadores consoante ao tamanho de seus estômagos e os tamanhos das presas?
- Qual a quantidade de indivíduos o predador consegue ingerir num esforço de captura/caça?
- Que tipo de material sólido, mineral ou inorgânico o predador ingere naturalmente ou acidentalmente para auxiliar sua digestão?

- Qual o dano inicial na região da cabeça (otólitos) sofrido pelo presa de acordo com o método de ataque dos predadores? Considerar a maceração ou trituração por dentes, garras ou a ingestão integral do peixe.
- Qual o período de predação consoante aos movimentos de deslocação do predador e da presa (zonação de ambos)?
- Quais pistas podemos obter ao analisar os otólitos para saber que tal predador residiu ou percorreu um circuito espacial comparando épocas de sua incidência com épocas da incidência e comportamento biológico das presas?
- Qual a energia consumida, absorvida e dispensada pelo predador nos decorrer de estudos tróficos, com referência aos dados dos otólitos corroídos encontrados em excrementos ou regurgitados?

## 6.Referências bibliográficas

- Antunes, C. & Rodrigues, H. 2004. Guia Natural do Rio Minho. Os Peixes. Aquamuseu do Rio Minho. Vila Nova de Cerveira. 84p.
- Assis, C.A. 2004. Guia para a identificação de algumas famílias de peixes ósseos de Portugal continental, através da morfologia dos seus otólitos *sagitta*. Câmara Municipal de Cascais, Cascais. 194 p.
- Bone, Q., Marshall, N.B. e Blaxter, J.H.S. 1995. Biology of Fishes. Second Edition. Blackie Academic and Professional.332p.
- Caillet, G. M., Love, M. S., e Ebeling, A. W. 1986. Fishes: A Field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification, and Natural History. Wadsworth Publishing Co., Belmont, 194 p.
- Cambell, A.C. 1985. Country Life Guides: The Seashore and Shallow Seas of Britain and Europe 8th impression, Country Life Books UK.
- Carlström, D., 1963. A Crystallographic Study of Vertebrate Otoliths. Biological Bulletin, 125:441 - 463.
- Cavallaro, G. Munaó, F., Cefali, A. e Soldano, F. 1978. Contributo alla conoscenza della biologia e biometria di *Pomatoschistus tortonesei*. Memori di Biologia Marina e di Oceanografia, 8:35-50.
- Cordier, R. & Dalcq, A. 1954. Organe Stato - Acoustique. Em: Traité de Zoologie. Grassé P. P. (ed.), vol. XII, Masson, Paris, pp. 453 – 521
- Degens, E.T., Deuser, W.G., Haedrich, R.L. 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. Mar. Biol. 2: 105-113.
- Dias, E. 2007. Estudo da dieta do Corvo-marinho-de-faces-brancas (*Phalacrocorax carbo*) no Estuário do Rio Minho. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, 65p.
- Dias, E., Morais, P., Leopold, M., Campos, J. e Antunes, C. 2012. Natural born indicators: Great cormorant *Phalacrocorax carbo* (Aves: Phalacrocoracidae) as monitors of river discharge influence on estuarine ichthyofauna. Journal of Sea Research, 73: 101-108.
- Dunkelberger, D.G., Dean, J.M. e Watabe, N. 1980. The ultrastructure of the otolith membrane and otolith in the juvenile mummichog *Fundulus heteroclitus*. Journal Morphology. 163:367-377.

- Gaemers, P. A. M. 1984. Taxonomic Position of the Cichlidae. (Pisces, Peciformes) as Demonstrated by the Morphology of Their Otoliths. *Netherlands Journal of Zoology*, 34:566-595.
- Gauldie, R.W. e Nelson, D.G.A. 1988. Aragonite twinning and neuroprotein secretion are the cause of daily growth rings in fish otoliths. *Comparative Biochemistry and Physiology* 90 A, 501-506.
- Grasse, P. P. 1958. L'Oreille et ses Annexes. Em: *Traité de Zoologie*. Masson, I., & Cie. Paris, XII: 1063 - 1098.
- Härkönen, T. 1986. Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic. Hellerup, Denmark, 256 p.
- INAG (Instituto Nacional da Água). 2012. [www.inag.pt](http://www.inag.pt).
- Jenkins, D.B. 1979a. Anatomical investigation of the saccule in *Clarius batrachus*. *Scanning Electron Microsc.* 3:949-954.
- Jenkins, D.B. 1979b. A transmission and scanning electron microscopic study of the saccule in five species of catfishes. *Am. J. Anat.* 154:81-102.
- Koken, E. 1884. Ueber Fisch-Otolithen, Insbesondere über Diejenigen der Norddeutschen Oligocän-Ablagerungen: *Zeit. Deutsch. Geol. Gesell.*, vol. 36, pp. 500-565.
- Leopold, M., Damme, C. e Veer, H. 1998. Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 40: 93-107.
- Lowenstein, O. 1971. The labyrinth. Em: *Fish Physiology. Sensory Organs* (ed. Hoar, W. S. & Randall, D. J.), V: 207-240.
- Maisey, J. 1987. Notes on the structure and phylogeny of vertebrate otoliths. *Copeia*, 2:495-499.
- Mann, S., Webb J., Williams R.J.P. 1989. Biomineralization - Chemical and biochemical perspectives. New York, p. 157-182.
- Nolf, D. 1985. Otolith piscium. Em: *Handbook of paleoichthyology*. Schultze, H.P. (ed.), New York, 10. pp. 1-145.
- Pannella, G. 1974. Otolith growth patterns - An aid in age determination in temperate and tropical fishes. Em: *Aging of Fish*. Bagenal, T. (ed), Unwin Brothers Ltd., London, p. 28-39.
- Popper A. N. & Platt, C. 1993. Inner Ear and Lateral Line. Em: *The Physiology of Fishes*, D. Evans (ed), CRC Press, Boca Raton. 99 - 136.

- Popper, A.N. 1983. Organization of the inner ear and auditory processing. *Fish Neurobiology*, 1: 126-178
- Rojo, A.L. 1988. Diccionario enciclopédico de anatomía de peces. Monografías del Instituto Espanhol de Oceanografi, Madrid, 3, 566 p.
- Romer, A. S. 1973. Anatomia comparada: vertebrados. 4. ed. México: Interamericana.
- Secor, D.H., Dean, J.M., e Laban, E.H. 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructure examination. Baruch Institute Technical Report, 91-1.
- Simkiss, K. 1974. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. Em Ageing of fish. Bagenal, T.B. (ed). Unwin Brothers Ltd., Surrey, England: 1-12.